

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет »

*СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «ПОЛУМУФТА»*

Выпускная квалификационная работа  
по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
профилю подготовки Машиностроение и материалобработка  
профилизации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 624

Екатеринбург 2017

Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования

«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

Институт инженерно-педагогического образования

Кафедра технологии машиностроения, сертификации и  
методики профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:

Заведующий кафедрой ТМС

\_\_\_\_\_ Н.В. Бородина

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ г.

*ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА*

*СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА*

*МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «ПОЛУМУФТА»*

Исполнитель:

студент группы ЗТО - 502 \_\_\_\_\_ Скутин А.М.  
(подпись) (ф.и.о.)

Руководитель:

Доцент каф. ТМС ФГАОУ РГППУ

Уч. звание, степень, должность \_\_\_\_\_ Козлова Т.А.  
(подпись) (ф.и.о.)

Нормоконтролер:

Доцент каф. ТМС ФГАОУ РГППУ

Уч. звание, степень, должность \_\_\_\_\_ Суриков В.П.  
(подпись) (ф.и.о.)

Екатеринбург 2017

## АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 116 листов машинописного текста, 13 иллюстраций, 38 таблиц, 33 использованных литературных источника, приложений на 18 листах.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, РАССЧЕТ ПРИПУСКОВ, ТОЧНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМЫ ВРЕМЕНИ, ЗАЖИМНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, КОНТРОЛЬНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ПЛАН-КОНСПЕКТ ЗАНЯТИЯ.

В проекте разработан технологический процесс обработки детали «Полумуфта» на двухшпиндельном обрабатывающем центре с ЧПУ TAKISAWA EX-510.

Рассчитаны режимы резания и нормы времени для всех операций, спроектировано зажимное и контрольное приспособление, приведены экономические расчеты целесообразности обработки на двухшпиндельном обрабатывающем центре с ЧПУ.

Разработан план-конспект урока теоретического обучения по дисциплине «Управление техническими системами» специальность «Технология машиностроения». Тема урока «Оперативные устройства ЧПУ, структура, режимы работы».

					ДП 44.03.04.624 ПЗ						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Полумуфта» Пояснительная записка			Лит.	Лист	Листов	
Разработал.	Скутин										
Проверил	Козлова									2	132
Реценз.								РГППУ, ЗТО-502			
Н. Контр.	Свриков										
Утвердил	Бородина										

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	8
1.1. Анализ исходной информации.....	8
1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали.....	8
1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали .....	10
1.1.3. Определение показателя серийности производства.....	11
1.2. Анализ исходных данных для разработки технологического процесса обработки деталей.....	15
1.3. Разработка технологического процесса обработки деталей.....	16
1.3.1. Анализ заводского технологического процесса.....	16
1.3.2. Выбор исходной заготовки и метода ее изготовления.....	20
1.3.3. Выбор технологических баз.....	25
1.3.4. Выбор методов обработки поверхностей заготовок.....	28
1.3.5. Разработка технологического маршрута обработки детали.....	29
1.3.6. Выбор современного оборудования с ЧПУ, режущего инструмента.....	30
1.3.7. Разработка технологических операций механической обработки детали.....	39
1.4. Разработка УП .....	40
1.5. Технологические расчеты.....	46
1.5.1. Расчет припусков.....	46
1.5.2. Расчет режимов резания.....	51
1.5.3. Расчет технических норм времени.....	54
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	59
2.1. Силовой расчет выбранного зажимного приспособления.....	59
2.2. Разработка схемы контроля .....	62
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	65
3.1. Определение потребности в оборудовании.....	65

3.1.1. Определение штучно-калькуляционного времени на каждую операцию.....	67
3.1.2. Определение количества оборудования для базового и проектируемого вариантов.....	68
3.2. Состав капитальных вложений.....	69
3.3. Расчет технологической себестоимости детали.....	71
3.3.1. Затраты на материалы.....	71
3.3.2. Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих.....	72
3.3.3. Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих.....	74
3.3.4. Затраты на электроэнергию.....	77
3.3.5. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.....	79
3.3.6. Определение затрат на эксплуатацию инструмента.....	81
3.3.7. Затраты на эксплуатацию приспособлений.....	82
3.4. Определение годовой экономии от изменения техпроцесса.....	84
4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	87
4.1. Обоснование методической разработки.....	87
4.2. Описание условий обучения.....	88
4.3. Анализ профессионального стандарта по профессии «Токарь - универсал».....	89
4.4. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».....	91
4.5. Разработка учебного плана переподготовки рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».....	96
4.6. Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ.....	99
4.7. Разработка плана проведения занятия по теме «Разработка управляющих программ обработки деталей на токарных станках с ЧПУ».....	101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	112

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	114
Приложение А. Перечень листов графических документов.....	117
Приложение Б. Альбом технологической документации.....	118
Приложение В. Управляющая программа механической обработки детали «Полумуфта».....	119

					ДП44.03.04.624 ПЗ	Лист
						5
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является важнейшей отраслью народного хозяйства, определяющей уровень и темпы развития всех других отраслей промышленности сельского хозяйства, энергетики, транспорта и др.

Машиностроительная отрасль демонстрирует довольно высокие темпы роста. Можно отметить возобновление положительной динамики в автомобилестроении, являющемся ведущей отраслью российского гражданского машиностроения. За последнее время широкое распространение получили устройства числового программного управления оперативного типа. Эти устройства обеспечивают высокую оперативность управления технологическим оборудованием, придают ему гибкость в отношении настройки на новый вид обработки или изготовление нового изделия.

Цель дипломного проекта – закрепление, углубление и систематизация теоретических знаний и практических навыков, полученных в процессе обучения, повышение технологического уровня механической обработки детали «Полумуфта» за счет использования более современного оборудования.

При разработке дипломного проекта решаются следующие задачи:

- в связи с изменением типа производства универсальные металлорежущие станки и автоматы, применяемые в базовом заводском технологическом процессе, заменить на современное, более производительное и эффективное оборудование, соответствующее задачам и загрузке завода;
- перестроить технологический процесс;
- повысить уровень автоматизации за счет применения станков с программным управлением;
- овладение современными методами педагогического исследования.

Актуальность дипломной работы методико-педагогического на-

					ДП44.03.04.624 ПЗ	Лист
						6
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

правления может определяться следующими потребностями:

- в применении новых, более эффективных, методов и технологий обучения;
- в определении эффективности применения новых технических средств обучения;
- в дополнении или переработке содержания обучения в связи с переходом промышленности на новые оборудование и технологии изготовления изделий машиностроения;
- применении в обучении новых программно-информационных средств.

В дипломном проекте целью исследования является желаемый конечный результат. На основе анализа заводского технологического процесса разработан вариант технологического процесса обработки детали «Полумуфта» с использованием двухшпиндельного обрабатывающего центра с ЧПУ TAKISAWA EX-510 и перестроен технологический маршрут обработки.

					ДП44.03.04.624 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7



## 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 1.1. Анализ исходной информации

На основе изучения исходной информации необходимо произвести технологическую подготовку исходных данных, необходимых для проектирования технологического процесса.

#### 1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Разрабатываемая полумуфта является частью упругой муфты, служащей средством защиты от резонансных крутильных колебаний, возникающих вследствие неравномерного вращения; допускают сравнительно большие смещения осей соединяемых валов.

Основные характеристики упругих муфт — жесткость или (обратная ей величина) податливости и демпфирующая способность, т. е. способность превращать в теплоту энергию при деформации упругих элементов муфты.

Разрабатываемая полумуфта имеет следующие конструктивные особенности. Центральное отверстие обработано по 8-му качеству точности с полем допуска Н и шероховатостью  $R_a = 3,2$  мкм, в котором расположен шпоночный паз шириной 20 мм обработанный по девятому качеству точности с полем допуска Js и шероховатостью  $R_a = 2,5$  мкм. Полумуфта имеет глубокую торцевую канавку, радиальное биение которой, не должно превышать 0,05 мм относительно базового отверстия. В торцевой канавке расположен ряд фасонных торцевых канавок выполненных под углом 90 градусов на глубину 4 мм с шагом шесть мм. Радиальное биение наружной поверхность венца, обработанной по 8-му качеству точности с полем допуска h и шероховатостью  $R_a = 6,3$  мкм, так же как и торцевых его по-

					ДП44.03.04.624 ПЗ	Лист
						8
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

верхностей не должно превышать 0,05 мм относительно центрального отверстия. Ступица полумуфты выполнена со свободным допуском, но имеет ограничение по радиальному биению относительно базовой поверхности не более 0,1 мм. По венцу полумуфты равномерно расположены 12 отверстий диаметром 16,5 мм, предназначенные для крепления ее с ответной частью.

Материалом для изготовления детали «Полумуфта» является сталь 45 ГОСТ 1050 – 88.

Сталь 45 – сталь углеродистая конструкционная качественная с содержанием углерода до 0,45 % остальное железо и примеси (сера, фосфор, марганец).

Таблица 1 - Массовая доля элементов, %

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni
		не более				
0,42 - 0,5	0,5 – 0,8	0,17-0,37	0,04	0,04	0,7-0,8	0,25

Таблица 2 - Механические свойства стали 45

Предел текучести ( $\delta_T$ )	36 кгс/мм <sup>2</sup>
Временное сопротивление разрыву ( $\delta_B$ )	61 кгс/мм <sup>2</sup>
Относительное удлинение ( $\delta_5$ )	16 %
Относительное сужение ( $\psi$ )	40 %
Ударная вязкость ( $a_H$ )	5 Дж/м <sup>2</sup>
Твердость горячекатная (HB)	241
Твердость отожженная (HB)	197

Учитывая механические свойства стали и массовую долю элементов, входящих в состав стали, можно сделать вывод, что данный материал подходит для изготовления рассматриваемой детали.

### 1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Одним из факторов, существенно влияющих на характер технологического процесса, является технологичность конструкции изделия. Деталь считается технологичной, если ее обработка ведется с максимальной производительностью и минимальной себестоимостью. При анализе на технологичность необходимо стремиться к наименьшему числу нетехнологичных элементов. Анализ детали производится для того что бы узнать удобна ли деталь в обработке, а так же найти менее трудоемкие и более экономичные способы получения деталей.

При правильном подборе режущего инструмента обработка резанием данной стали производится на значительных режимах, что приводит к увеличению производительности и снижению себестоимости.

Полумуфта имеет отношение длины к диаметру  $L/D < 1$ , что обеспечивает детали достаточную жесткость, как в процессе обработки (т.е. позволяет производить обработку заготовки на повышенных режимах, применение многоинструментальной обработки), так и при эксплуатации.

Деталь «Полумуфта» имеет относительно не большие размеры и массу, что не вызывает трудности при транспортировке и устраняет необходимость использования специальных приспособлений при установке заготовки на столе или в патроне станка.

Геометрическая форма поверхностей выбрана рационально, поверхности простые: наружные и внутренние поверхности цилиндрические, сквозные цилиндрические и резьбовые отверстия.

Размеры поставлены верно, соблюдается принцип единства и совмещения баз.

Не технологичными поверхностями детали «Полумуфта» является точный шпоночный паз 20Js9, который обрабатывается низко производительным методом – протягиванием, точные поверхности, обработка которых ведется в несколько этапов, а значит, требует больше времени, большего количества инструментов,

					ДП44.03.04.624 ПЗ	Лист
						10
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

специального оборудования и оснасти в результате чего повышается себестоимость изготовления изделия по отношению к менее точным поверхностям, не требующим дополнительной обработки. К ним можно отнести поверхности Ø70H8 и Ø370h8. Так же нетехнологичным элементом является торцевая канавка, обработанная до шероховатости Ra6,3 мкм и расположенный в ней ряд торцевых фасонных канавок, требующих либо применение специального инструмента, либо дополнительно оснащения станка.

В целом деталь «Полумуфта» достаточно технологична, имеет развитые базовые поверхности для первоначальных операций, достаточную жесткость и довольно проста по конструкции.

### 1.1.3. Определение показателя серийности производства

Тип производства определяет выбор технологического оборудования, степень механизированных и автоматизированных процессов, технологическую оснастку и в целом весь технологический процесс.

Разрабатываемый в дипломном проекте технологический процесс по заданию должен быть ориентирован на среднесерийное производство.

Среднесерийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями, и сравнительно большим объемом выпуска, в сравнении с единичным производством.

В среднесерийном типе производства используется универсальное, Специализированное и частично специальное оборудование. Широко используются станки с ЧПУ, обрабатывающие центры и находят применение гибкие автоматизированные системы станков с ЧПУ.

Технологическая оснастка в основном универсальная. Большое распространение имеет универсально-сборная, переналаживаемая и специальная технологи-

					ДП44.03.04.624 ПЗ	Лист
						11
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ческая оснастка, позволяющая существенно повысить коэффициент оснащенности серийного производства.

На первом этапе проектирования тип производства ориентировочно может быть определен в зависимости от массы детали и объема выпуска по таб. 3.

Таблица 3 – Зависимость типа производства от объема годового выпуска и массы детали

Масса детали, кг	Объем годового выпуска деталей, шт				
	Тип производства				
	Единичное	Мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное	Массовое
<1,0	<10	10 – 2000	1500 – 100000	75000 - 200000	200000
1,0 - 2,5	<10	10 – 1000	1000 – 50000	50000 – 100000	100000
2,5 – 5,0	<10	10 – 500	500 – 35000	35000 – 75000	75000
5,0 – 10	<10	10 – 300	300 – 25000	25000 – 50000	50000
>10	<10	10 - 200	200 – 10000	10000 – 25000	25000

При массе детали  $M_d=19$ кг и объеме выпуска  $N=2000$  , тип производства – среднесерийное.

Одной из основных характеристик типа производства является коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P} , \quad (1)$$

где  $\Sigma O$  – суммарное число различных операций, закрепленных за каждым рабочим местом;

$\Sigma P$  – суммарное число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

Располагая данными о штучном времени сосчитанными в пункте 4.5, затраченном на каждую операцию, определим количество станков:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_{эф.ст} \cdot \eta_{з.н}} , \quad (2)$$

где  $N$  – годовая программа выпуска деталей, шт;

$T_{шт}$  – штучное время, мин;

$F_d$  – действительный годовой фонд времени,  $F_d = 4016$  ч.;

$\eta_{з.н.}$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования  $\eta_{з.н.}=0,85$ .

Для каждой операции вычислим значение фактического коэффициента загрузки рабочего места по формуле:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{p}, \quad (3)$$

где  $p$  – количество принятых рабочих.

Количество операций выполняемых на одном рабочем месте, определяем по формуле:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}}. \quad (4)$$

Все данные расчета записываем в таб. 4

Таблица 4 - Данные для расчета  $K_{з.о}$

Операция	$T_{шт}$	$m_p$	$P$	$\eta_{з.ф.}$	$O$
005	7,65	0,09	1	0,09	7,77
010	3,49	0,04	1	0,04	17,5
	$\Sigma T_{шт}=11,14$		$\Sigma P = 2$		$\Sigma O = 25,27$

Определим коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{з.о.} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P} = \frac{25,27}{2} = 12,67 \quad (5)$$

Данный показатель загрузки оборудования соответствует среднесерийному производству  $K_{з.кр.сер} = 10 \dots 20$ .

При среднесерийном производстве используется групповая форма организации производства, характеризуемая периодическими запуском деталей партиями.

Количество деталей в партии для одновременного запуска определяем по упрощенной формуле:

					ДП44.03.04.624 ПЗ	Лист
						13
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{2000 \cdot 3}{254} = 23 \text{ шт.}, \quad (6)$$

где  $a$  – периодичность запуска в днях. Принимаем  $a=3$ ;

254 – количество рабочих дней в году.

					ДП44.03.04.624 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

## 1.2. Анализ исходных данных для разработки технологического процесса

В результате анализа исходных данных формулируются основные технологические задачи, определяющие структуру технологического процесса, применяемое оборудование, оснастку, квалификацию исполнителя, контрольные операции и др.

Основной технологической задачей при обработке детали «Полумуфта» является обеспечение:

- Точности размеров (поверхность  $\varnothing 70H8$  – по IT8,  $\varnothing 370h8$  – по IT8, ширина канавки 20Js9 под шпонку, остальные размеры свободные).
- Точности суммарного расположения (допуск на радиальное биение торцевой поверхности ступицы не более 0,1мм., допуск параллельности оси шпоночного паза относительно оси отверстия  $\varnothing 70H8$  не более 0,02 мм).
- Качества поверхностного слоя (шероховатость поверхности шпоночного паза и отверстия  $Ra=2,5$  мкм, шероховатость остальных поверхностей детали  $Ra=6,3$  мкм).



### 1.3. Разработка технологического процесса обработки детали

Технологический процесс изготовления детали должен соответствовать программе выпуска, типу производства и организационно-техническим характеристикам.

Технологический процесс должен быть прогрессивным и обеспечивать выполнение всех требований чертежа и технических условий, повышение производительности труда и качества изделия, сокращение трудовых и материальных затрат на его реализацию, уменьшение вредных воздействий на окружающую среду, а также отличаться оригинальными технологическими решениями.

#### 1.3.1. Анализ заводского технологического процесса

Метод получения заготовки применяемый на данном предприятии – штамповка в закрытых штампах. Данный метод вполне рационален т.к. позволяет получать высокую размерную точность поковок, на 40 – 50% уменьшить припуски на механическую обработку; повысить физико-механические свойства металла.

Проанализировав технологический процесс детали можно сделать вывод о том, что фактические припуски на обработку соответствуют чертежу заготовки.

При обработке в качестве черновых, чистовых и промежуточных баз выбираются одни и те же поверхности, следовательно, принципы единства и постоянства баз соблюдены, и выбор баз произведен правильно.

На первых операциях производится обработка поверхностей, которые являются базовыми, при дальнейшей обработке детали, что позволяет достичь заданной точности поверхностей детали.

Технические параметры установленного оборудования соответствуют требованиям технологических операций. Режимы резания выбраны оптимальные. Степень оснащенности операций достаточная.

					ДП44.03.04.624 ПЗ	Лист
						16
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В качестве режущего инструмента применяется стандартный инструмент с пластинами из твердого сплава T5K10.

Таблица 5 - Базовый вариант маршрута обработки детали «Полумуфта»

Наименование операции	Оборудование, приспособление, инструмент
005 Токарная автоматная	Токарно-винторезный автомат 1265ПМ-8, 3-х кулачковый самоцентрирующий патрон, резец проходной $\varphi=45^\circ$ , резец расточной $\varphi=45^\circ$ резец фасонный R20 резец канавочный B12 зенкер $\varnothing 69.95$ развертка $\varnothing 70H8$
010 Токарная автоматная	Токарно-винторезный автомат 1265ПМ-8, 3-х кулачковый самоцентрирующий патрон, резец проходной $\varphi=45^\circ$ , резец проходной $\varphi=60^\circ$ , резец расточной $\varphi=45^\circ$ резец фасонный R20 резец канавочный B12 резец фасонный канавочный
015 Агрегатно-сверлильная	Агрегатно-сверлильный полуавтомат 243ВМФ2 Оправка цанговая, сверло спиральное $\varnothing 16,5$ сверло спиральное $\varnothing 17,3$ зенковка $\varnothing 25$ метчик М20-7Н
020 Протяжная	Горизонтально-протяжной полуавтомат 7А540, специальная оправка, шпоночная протяжка 10Js9

С точки зрения обеспечения точности в соответствии с требованиями чертежа, технологический процесс разработан правильно, оборудование и технологическая оснастка выбраны верно.

Для технологической документации используются бланки старого образца и заполнены они в несоответствии с требованиями предъявляемыми ГОСТом на технологическую документацию.

Качество обработки на всех операциях технологического процесса соответствуют требованиям чертежа.

В таблице 5 приведен список оборудования и инструментов, использованных для изготовления детали «Полумуфта» пооперационно.

Анализируя имеющийся технологический процесс можно отметить следующие недостатки: обработка детали производится на токарном и вертикально-сверлильном полуавтоматах, что, значительно увеличивает вспомогательное время на транспортирование и базирование детали, а так же переналадку оборудования, и как следствие, приводит к повышению штучного времени, а следовательно, и повышению себестоимости изделия.

Технологическая оснастка, указанная в базовом технологическом процессе, с низкой степенью механизации. Оборудование морально устаревшее. Дополнительные операции и переходы говорят о том, что режимы резания назначены нерационально. В целом, технологический процесс обеспечивает требования заложенные конструктором, заданную точность и качество поверхностей.

Таблица 6 – Сравнение заводского и проектируемого технологических процессов

Заводской ТП	Проектируемый ТП
Заготовительная операция	
05 Токарная автоматная	05 Токарная с ЧПУ
10 Токарная автоматная	10 Протяжная
15 Агрегатно-сверлильная	
20 Протяжная	
$\sum_{Тшт.к} = 34,83$ мин.	$\sum_{Тшт.к} = 10,54$ мин.

Анализируя данную таблицу, становится очевидным, что при заводском ТП используется многостаночность, вследствие чего затрачивается больше времени на механическую обработку деталей, транспортировку деталей с одного рабочего

места на другое. А в проектируемом ТП время обработки детали «Полумуфта» сокращается за счет использования станков с ЧПУ. Что влечет за собой повышение производительности обработки, связанной с уменьшением вспомогательного времени на 30..50 % по сравнению с обычными станками с ручным управлением.

Поэтому внедрение прогрессивных методов размерной обработки деталей, экономически обоснованное применение высокопроизводительного оборудования, износостойкого комбинированного режущего инструмента, механизированной оснастки и средств автоматизации производственных процессов в механических цехах современных машиностроительных заводов становится весьма актуальным.

					ДП44.03.04.624 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

### 1.3.2. Выбор исходной заготовки и метода ее изготовления

Одним из основных направлений в машиностроении является выбор заготовок с оптимальными конструктивными формами, обеспечивающими возможность применения более экономичных и рациональных способов обработки с наибольшей производительностью и наименьшими отходами металла в стружку.

На выбор метода получения заготовки оказывают влияние: материал детали; ее назначение и технические требования на изготовление; объем и серийность выпуска; форма поверхностей и размеры детали.

Метод получения заготовки, обеспечивающий технологичность изготавливаемой из нее детали, при минимальной себестоимости последней считается оптимальным.

В данном проекте сравним метод получения заготовки на горизонтально-ковочных машинах и горячештамповочных прессах.

Горячештампованная заготовка.

Расчетная масса поковки:

$$M_{н.р.} = M_{д} \cdot K_p, \quad (7)$$

где  $M_{д}$  – масса детали, кг;

$K_p = 1,5 - 1,8$ .

[Т.3.7, ст.48, 11]

$$M_{н.р.} = 19 \cdot 1,6 = 30,4 \text{ кг}$$

группа материала М2;

степень сложности поковки С2.

Размер описывающей поковки (цилиндр), мм.:

диаметр  $(370 \cdot 1,05) 388,5$  мм;

длина  $(96 \cdot 1,05) 100,8$  мм.

Масса описывающей фигуры:

$$M_{\phi} = \pi \cdot R^2 \cdot l \cdot \rho, \quad (8)$$

где R – радиус фигуры, мм;

l – длина фигуры, мм;

$\rho$  – удельная плотность материала, Мпа.

$$M_{\phi} = 3,14 \cdot 19,43^2 \cdot 10,08 \cdot 7,81 \cdot 10^{-3} = 93,27$$

$$K_c = \frac{M_{н.р.}}{M_{\phi}} = \frac{30,4}{93,27} = 0,33 \quad (9)$$

класс точности поковки ТЗ;

исходный индекс 14.

[Т.3.8, ст.50, 11]

*Штамповка на горячештамповочном прессе*

Основные припуски на размеры, мм

[Т.3.9, ст.52, 11]

Размеры поковки

Диаметральные размеры 2,7 мм

Линейные размеры 2,7 мм

$$\emptyset 370 + 2,7 \cdot 2 = 375,4 \text{ мм}$$

$$35 + 2,7 \cdot 2 = 40,4 \text{ мм}$$

$$\emptyset 120 + 2,7 \cdot 2 = 125,4 \text{ мм}$$

$$20 + 2,7 = 22,7 \text{ мм}$$

$$\emptyset 70 - 2,7 \cdot 2 = 64,6 \text{ мм}$$

$$96 + 2,7 \cdot 2 = 101,4 \text{ мм}$$

$$\emptyset 356 - 2,7 \cdot 2 = 350,6 \text{ мм}$$

$$18 - 2,7 = 15,3 \text{ мм}$$

$$\emptyset 95 - 2,7 \cdot 2 = 89,6 \text{ мм}$$

Допускаемые отклонения размеров, мм

[Т.3.10, ст.54, 11

Диаметральные

Линейные

$\varnothing 375,4^{+2,7}_{-1,3}$

$40,4^{+1,6}_{-0,9}$

$\varnothing 1254^{+2,4}_{-1,2}$

$22,7^{+1,6}_{-0,9}$

$\varnothing 64,6^{+2,1}_{-1,1}$

$101,4^{+2,1}_{-1,0}$

$\varnothing 350,6^{+2,7}_{-1,3}$

$\varnothing 8,6^{+1,8}_{-1,0}$

$15,3^{+2,1}_{-0,9}$

Радиус закругления наружных углов принимаем 3 мм.

[таб.7, 20]

Штамповочные уклоны.

[таб.18, 20]

на наружной поверхности - 5°.

на внутренней поверхности - 7°.

$$Q = \pi \cdot R^2 \cdot l \cdot \rho . \quad (10)$$

$$Q_1 = 3.14 \cdot 18,97^2 \cdot 4,15 \cdot 7.81 \cdot 10^{-3} = 36,62 \text{ кг} .$$

$$Q_2 = 3.14 \cdot 6,41^2 \cdot 4,13 \cdot 7.81 \cdot 10^{-3} = 4,16 \text{ кг} .$$

$$Q_3 = 3.14 \cdot 6,41^2 \cdot 3,84 \cdot 7.81 \cdot 10^{-3} = 3,87 \text{ кг} .$$

$$Q_4 = 3.14 \cdot 3,14^2 \cdot 10,42 \cdot 7.81 \cdot 10^{-3} = 2,52 \text{ кг} .$$

$$Q_5 = 3.14 \cdot 17,33^2 \cdot 1,7 \cdot 7.81 \cdot 10^{-3} = 12,52 \text{ кг} .$$

$$Q_6 = 3.14 \cdot 4,72^2 \cdot 1,9 \cdot 7.81 \cdot 10^{-3} = 1,03 \text{ кг} .$$

Общий вес штампованной заготовки равен:

$$Q_{\text{штам}} = 36,62 + 4,16 + 3,87 - 2,52 - 12,52 - 1,03 = 28,57 \text{ кг} .$$

Коэффициент использования материала:

$$K_m = \frac{m_d}{m_3} , \quad (11)$$

где  $m_d$  — масса детали, кг;

$m_3$  — масса заготовки, кг.

$$K_{\text{м}} = \frac{19}{29,61} = 0,64.$$

*Штамповка на горячеховочной машине.*

Класс точности поковки Т4.

Исходный индекс 16.

[Т.3.8, ст.50, 11]

Размеры поковки:

Диаметральные размеры 3,2 мм;

$$\varnothing 370 + 3,2 \cdot 2 = 376,4 \text{ мм};$$

$$\varnothing 120 + 3,2 \cdot 2 = 126,4 \text{ мм}.$$

Линейные размеры 3,2 мм;

$$35 + 3,2 \cdot 2 = 41,4 \text{ мм};$$

$$20 + 3,2 = 23,2 \text{ мм};$$

$$96 + 3,2 \cdot 2 = 102,4 \text{ мм}.$$

Допускаемые отклонения размеров, мм

Диаметральные

Линейные

$$\varnothing 376,4^{+3,3}_{-1,7}$$

$$41,4^{+1,2}_{-1,1}$$

$$\varnothing 126,4^{+2,7}_{-1,3}$$

$$23,2^{+2,1}_{-1,1}$$

$$102,4^{+2,7}_{-1,3}$$

Радиус закругления наружных углов принимаем 3 мм.

[таб.7, 20]

Штамповочные уклоны:

[таб.18, 20]

на наружной поверхности - 5°.

на внутренней поверхности - 7°.

$$Q_1 = 3,14 \cdot 19,07^2 \cdot 4,19 \cdot 7,81 \cdot 10^{-3} = 37,37 \text{ кг}.$$

$$Q_2 = 3,14 \cdot 6,47^2 \cdot 2,65 \cdot 7,81 \cdot 10^{-3} = 2,72 \text{ кг}.$$

$$Q_3 = 3,14 \cdot 6,47^2 \cdot 3,7 \cdot 7,81 \cdot 10^{-3} = 3,8 \text{ кг}.$$

Общий вес штампованной заготовки равен:

$$Q_{\text{ков}} = 37,37 + 2,72 + 3,8 = 43,89 \text{ кг}$$

Коэффициент использования материала:

					ДП44.03.04.624 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23



$$K_{\text{м}} = \frac{19}{43,89} = 0,43.$$

При сопоставлении способов получения заготовок, мы видим, что заготовка полученная методом штамповки на горячештамповочном прессе наиболее выгодна по коэффициенту использования материала.

					ДП44.03.04.624 ПЗ	Лист
						24
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 1.3.3. Выбор технологических баз

Одной из важнейших задач, решаемых при проектировании технологических процессов механической обработки, является выбор установочных баз. От правильности решения этого вопроса в большинстве случаев зависит обеспечение выполнения технических требований, предъявляемых к изготовлению детали.

В первой операции для установки заготовки используется черная (необработанная) поверхность, поскольку ни одна поверхность заготовки еще не обработана.

На 1-ом установе в качестве установочной базы выбираем поверхность полученную методом горячей штамповки на горячештамповочном прессе Ø124.6, позволяющую обеспечить правильность расположения обработанных поверхностей детали относительно необработанных, осуществить подготовку технологических баз для дальнейших операций.

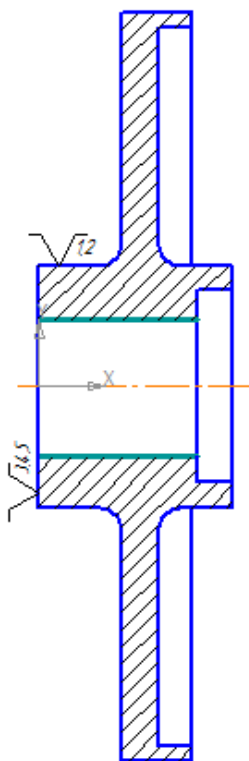


Рисунок 1 - Схема базирования при установе А

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

При 2-й установке производим обработку наружных и внутренних поверхностей со стороны меньшей ступицы. В качестве установочной базы выбираем обработанную при первой установке поверхность большей ступицы. Выбранная база обеспечивает надежное, прочное крепление детали и неизменность ее положения во время обработки и соблюдение принципа «кратчайшего пути».

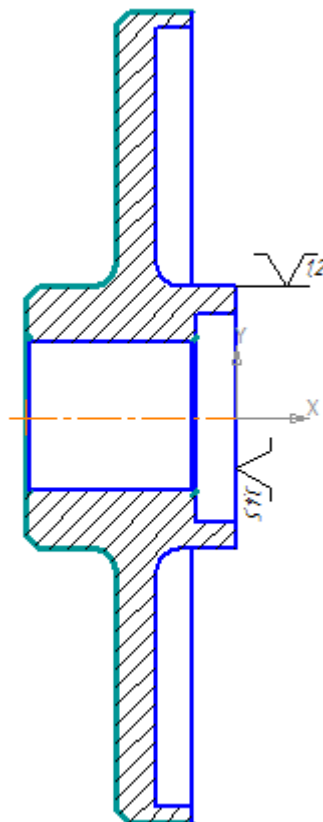


Рисунок 2 - Схема базирования при установке Б

На протяжной операции в качестве установочной базы применяем уже обработанное центральное отверстие. Деталь устанавливается на цилиндрическую оправку обработанной поверхностью  $\varnothing 70H9$ , которая является двойной направляющей базой и будет лишать деталь четырех степеней свободы. Торец детали является упорной базой, и будет лишать деталь одной степени свободы. Для обеспечения правильного расположения паза, относительно 12 обработанных отверстий  $\varnothing 16,5$  и 2-х отверстий M20. Применяем дополнительное базирование на два штифта  $\varnothing 16,5$ . Которые придадут правильную ориентацию детали при обработке.

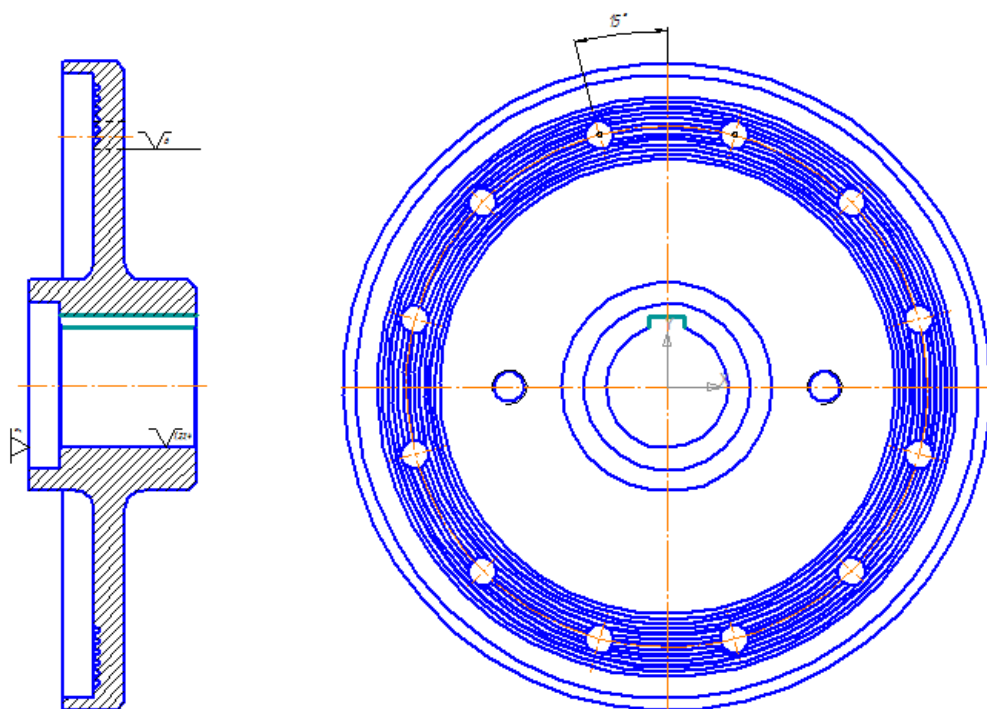


Рисунок 3 - Схема базирования при протягивании

Используя данные схемы базирования, мы обеспечиваем принцип постоянства и совмещения баз, а так же выполняем требования чертежа по расположению конструктивных элементов относительно друг друга.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП44.03.04.624 ПЗ

Лист

27

### 1.3.4. Выбор методов обработки поверхностей заготовок

Различные поверхности могут быть обработаны несколькими способами, выбор которых зависит от требований к этим поверхностям.

Таблица 7 – Варианты методов обработки поверхностей

№ поверхности	Вид поверхности	квалитет точности	шероховатость	варианты		
				1-й	2-й	3-й
1	2	3	4	5	6	7
1	Цилиндрическая внутренняя	H8	3,2	Черновое и чистовое и тонкое растачивание	Черновое и чистовое зенкерование, точное развертывание	Черновое растачивание, зенкерование и развертывание
2	Цилиндрическая внутренняя	H14	6,3	Черновое и чистовое растачивание	Черновое и чистовое зенкерование	Черновое растачивание, зенкерование
3	Цилиндрическая наружная	h8	6,3	Черновое и чистовое точение, шлифование	Однократное точение, черновое шлифование	Черновое, полусточное и чистовое точение
4	Цилиндрическая наружная	h14	6,3	Черновое и чистовое точение	Черновое и чистовое точение	Черновое и чистовое точение
5	Торцевая канавка	h14	6,3	Черновое, чистовое и тонкое точение	Черновое и чистовое точение, однократное шлифование	Однократное точение, черновое шлифование
6	Фасонная торцевая канавка	h14	6,3	Черновое и чистовое растачивание	Черновое и чистовое растачивание	Черновое и чистовое растачивание
7	Шпоночный паз	Js9	2,5	Протягивание	Протягивание	Протягивание

Рациональный способ обработки в конкретных условиях выбирается на основе общего принципа наибольшей экономичности, который гласит: из всех возможных способов обработки следует выбирать наиболее экономичный. Если наиболее экономичный способ не может обеспечить необходимые технические требования, то предварительную обработку выполняют способом наиболее эко-

номичным, а окончательную — тем способом, который обеспечивает технические требования.

#### 1.3.5. Разработка технологического маршрута обработки деталей

На этом этапе решаются следующие задачи: составляется общий план обработки детали, устанавливается последовательность выполнения технологических операций, уточняются методы обработки поверхностей детали и технологические базы, предварительно выбираются средства технологического оснащения, определяется содержание операций.

##### *Операция 005*

Для обработки детали применяем токарный двухшпиндельный станок с ЧПУ TAKISAWA EX-510. В качестве зажимного приспособления применяем самоцентрирующий патрон с пневмозажимом. Режущий инструмент, применяемый для токарной обработки детали и обработки отверстий, резцы и резцовые головки с механическим креплением пластин, сверла и метчики фирмы Sandvik. Мерительный инструмент фирмы Mahr и контрольные калибры, соответствующие ГОСТ.

##### *Операция 010*

Для обработки шпоночного паза выбираем обработку протягиванием как наиболее точную и сокращающую вспомогательное время по сравнению с долблением. При протягивании используем вертикально-протяжной станок нормальной точности 7Б55У. В качестве режущего инструмента используем шпоночную протяжку. Для контроля ширины паза применяем калибр пазовый 8154-0228 -2 ГОСТ24121-80.

					ДП44.03.04.624 ПЗ	Лист
						29
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 1.3.6. Выбор современного оборудования с ЧПУ, режущего инструмента

К средствам технологического оснащения относятся: технологическое оборудование; технологическая оснастка; средства механизации и автоматизации технологических процессов.

Выбор технологического оборудования – станков зависит: от метода обработки; возможности обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхности изготавливаемой детали, а также габаритных размеров заготовок и размеров обработки; мощности, необходимой для резания; производительности и себестоимости в соответствии с типом производства; возможности приобретения и цены станка; степени работы и безопасности станка.

Учитывая все эти показатели и тип производства – среднесерийное, для основной обработки выбираем токарные двухшпиндельные обрабатывающие центры с ЧПУ TAKISAWA EX-510.



Рисунок 4 - Токарные обрабатывающий станок TAKISAWA EX- 510

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

*Отличительные особенности:*

- Станки изготавливаются по новейшим технологиям.
- Лучшее решение для малого и серийного производства деталей.
- Расширенные функции безопасности позволяют значительно сократить время простоя из-за ошибки оператора.
- Жесткие направляющие последнего поколения гарантируют постоянную точность и большой съем металла.
- Прямой привод на основном и противощпинделе (built-in spindle) значительно повышает динамические характеристики шпинделя, что на прямую отражается на времени обработки детали.
- За счет линейных направляющих ускоренные перемещения по осям X и Z сокращают вспомогательное время, что ведет к повышению производительности.
- 12 позиционная револьверная головка с приводным инструментом с гидрозажимом и сервоприводом для вращения позволяет изготавливать наиболее сложные детали без переналадки и значительно сокращает время смены инструмента.
- Комплектация станка с противощпинделем позволяет изготавливать сложные детали за одну постановку, что существенно снижает время обработки деталей и уменьшает воздействие человеческого фактора. Совокупность этих факторов приводит к повышению точности изготовления деталей.
- Серво привода с высокой скоростью позиционирования сокращают время простоя.
- Мощная, точная, высокоскоростная револьверная головка гарантирует максимальную жесткость и легкость обработки.
- Точность обрабатываемых деталей за счет высокого качества изготовления и сборки станков.
- Цельнолитая чугунная станина с углом наклона 30 способствует легкому удалению стружки из рабочей зоны и обладает высокой виброустойчивостью при тяжелых режимах резания.



- Система ЧПУ Fanuc специально разработанная для компании Takisawa с учетом многолетнего опыта эксплуатации.

- Датчики положения и прецизионные сервопривода исключают ошибки оператора при неправильном выборе нулевого положения.

- Расширение возможностей и производительности путем установки системы измерения инструмента и улавливателя деталей.

- Широкие возможности опциональной комплектации станков под различные задачи.

### *Операции 005*

Токарные обрабатывающие центры TAKISAWA серии EX предназначены для многоцелевой обработки в автоматическом режиме заготовок типа тел вращения: вал-шестерни, фланцев, переходников, и различных корпусных деталей, за один установ, в условиях серийного и массового производства. Применение данных станков целесообразно при обработке заготовок разных типоразмеров, для которых необходимо не только выполнение токарных технологических операций, а также сверлильных, фрезерных и резьбонарезных операций в объеме, не превышающем 20-25% от общего числа операций.

Сочетание высокой жесткости наклонной конструкции станины, мощного шпинделя и линейных направляющих качения позволяют успешно сочетать многоцелевую обработку с высокой скоростью рабочей подачи.

Таблица 8 – Технические характеристики станка TAKISAWA EX- 510

Технические характеристики	EX-510
Максимальный обрабатываемый диаметр заготовки, мм	380
Максимальная длина обрабатываемой заготовки, мм	509
Диаметр отверстия в главном шпинделе, мм	86
Максимальный диаметр прутка в главном шпинделе, мм	75
Диаметр отверстия в противошпинделе, мм	63
Максимальный диаметр прутка в противошпинделе, мм	52
Перемещения по осям X, Z, B, мм	230/530/680
Конус главного шпинделя	A 2-8
Конус противошпинделя	A 2-6
Частота вращения шпинделя и противошпинделя. об/мин	3500
Мощность двигателя главного шпинделя, кВт	15/22
Мощность двигателя противошпинделя, кВт	11/18,5
Мощность серводвигателя приводного инструмент, кВт	5,5
Количество позиций револьверной головки, шт	12
Диаметр державки расточного инструмента, мм	Ø40
Быстрые перемещения по оси X, м/мин	16
Быстрые перемещения по оси Z, м/мин	20
Угол наклона станины	30°
Диаметр гидравлического патрона на главном шпинделе	10"
Система ЧПУ	Fanuc 18i-T
Габаритные размеры, мм	3750x2000x2000
Масса станка, кг	5500

Для обработки применяются резцы, расточные системы, резцовые головки, сверла и метчики фирмы Sandvik.

Расточная система C3-R820B-AA3050A.  
Пластина SCMT09T308-PF GC4315.

Резец C3-MWLNR-22040-06.  
Пластина WNMG080408-PF GC4125.

Резец SRSCR2525M10.  
Пластина RCMT10T3M0 GC4225.

Резцовая головка C3-MWLNR-22040-06.  
Пластина WNMG080408-PF GC4125.

Резцовая головка C4-DTTNL-22050-16.  
Пластина TNMG160408-PF GC4125.

Резец C3-MWLNR-22040-06.  
Пластина WNMG080408-PF GC4125.

Сверло спиральное R840-1650-30-A0A1220.

Сверло спиральное R840-1746-30-A1A122.

Фреза R215.64-12A20-4512.

Метчик E050M20.

Приведем пример системы обозначения расточной оправки и пластины на рисунке 4 - 7.

В качестве мерительного инструмента применяем штангенциркуль фирмы Mahr.

# Система обозначения расточных оправок и расточных оправок Coromant Capto®

Резцовая головка Coromant Capto®

<b>C3</b>	-	<b>S</b>	<b>C</b>	<b>L</b>	<b>C</b>	<b>R</b>	-	<b>11065</b>	-	<b>09</b>	
1		5	6	7	8	9		13		10	11

Оправки, метрическое исполнение

<b>S</b>	<b>40</b>	<b>V</b>	-	<b>S</b>	<b>C</b>	<b>L</b>	<b>C</b>	<b>R</b>	<b>12</b>		-	<b>ID</b>
2	3	4		5	6	7	8	9	10	11		12

Оправки, дюймовое исполнение

<b>S</b>	<b>24</b>	<b>V</b>	-	<b>S</b>	<b>C</b>	<b>L</b>	<b>C</b>	<b>R</b>	<b>4</b>	-	
2	3	4		5	6	7	8	9	10		11

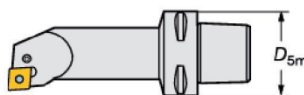
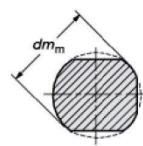
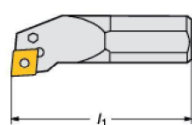

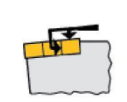



<div>1<div>Размер соединения</div></div> <div><div>C = Coromant Capto® D<sub>5m</sub> = Размер соединения</div><div></div><div><table><tr><td></td><td>мм</td><td>дюйм.</td></tr><tr><td>C3</td><td>D<sub>5m</sub> = 32</td><td>1.260</td></tr><tr><td>C4</td><td>D<sub>5m</sub> = 40</td><td>1.575</td></tr><tr><td>C5</td><td>D<sub>5m</sub> = 50</td><td>1.969</td></tr><tr><td>C6</td><td>D<sub>5m</sub> = 63</td><td>2.480</td></tr><tr><td>C8</td><td>D<sub>5m</sub> = 80</td><td>3.150</td></tr></table></div></div>		мм	дюйм.	C3	D <sub>5m</sub> = 32	1.260	C4	D <sub>5m</sub> = 40	1.575	C5	D <sub>5m</sub> = 50	1.969	C6	D <sub>5m</sub> = 63	2.480	C8	D <sub>5m</sub> = 80	3.150	<div>2<div>Тип оправки</div></div> <div><div>A = Стальная оправка с внутренним подводом СОЖ.</div><div>B = Твердосплавная оправка</div><div>C = Антивибрационная твердосплавная оправка</div><div>S = Стальная оправка без внутреннего подвода СОЖ</div></div>	<div>3<div>Диаметр оправки</div></div> <div><table><tr><td>мм</td><td>дюйм</td></tr><tr><td>03 =</td><td>.1875</td></tr><tr><td>04 =</td><td>.250</td></tr><tr><td>05 =</td><td>.3125</td></tr><tr><td>06 =</td><td>.375</td></tr><tr><td>08 =</td><td>.500</td></tr><tr><td>10 =</td><td>.625</td></tr><tr><td>12 =</td><td>.750</td></tr><tr><td>16 =</td><td>1.000</td></tr><tr><td>20 =</td><td>1.250</td></tr><tr><td>24 =</td><td>1.500</td></tr><tr><td>28 =</td><td>1.750</td></tr><tr><td>32 =</td><td>2.000</td></tr><tr><td>36 =</td><td>2.250</td></tr><tr><td>40 =</td><td>2.500</td></tr></table><div></div></div>	мм	дюйм	03 =	.1875	04 =	.250	05 =	.3125	06 =	.375	08 =	.500	10 =	.625	12 =	.750	16 =	1.000	20 =	1.250	24 =	1.500	28 =	1.750	32 =	2.000	36 =	2.250	40 =	2.500
	мм	дюйм.																																																
C3	D <sub>5m</sub> = 32	1.260																																																
C4	D <sub>5m</sub> = 40	1.575																																																
C5	D <sub>5m</sub> = 50	1.969																																																
C6	D <sub>5m</sub> = 63	2.480																																																
C8	D <sub>5m</sub> = 80	3.150																																																
мм	дюйм																																																	
03 =	.1875																																																	
04 =	.250																																																	
05 =	.3125																																																	
06 =	.375																																																	
08 =	.500																																																	
10 =	.625																																																	
12 =	.750																																																	
16 =	1.000																																																	
20 =	1.250																																																	
24 =	1.500																																																	
28 =	1.750																																																	
32 =	2.000																																																	
36 =	2.250																																																	
40 =	2.500																																																	
<div>4<div>Длина резца, l<sub>1</sub> мм, дюйм</div></div> <div><div>Державки прямоугольного сечения</div><div></div><div><table><tr><td>мм</td><td>дюйм</td><td>мм</td><td>дюйм</td></tr><tr><td>F = 80</td><td>3.250</td><td>S = 250</td><td>10.000</td></tr><tr><td>H = 100</td><td>4.000</td><td>T = 300</td><td>12.000</td></tr><tr><td>K = 125</td><td>5.000</td><td>U = 350</td><td>14.000</td></tr><tr><td>M = 150</td><td>6.000</td><td>V = 400</td><td>15.750</td></tr><tr><td>P = 170</td><td>6.250</td><td>W = 450</td><td>17.750</td></tr><tr><td>Q = 180</td><td>7.250</td><td>Y = 500</td><td>20.000</td></tr><tr><td>R = 200</td><td>8.000</td><td>X =</td><td>Специальный</td></tr></table></div></div>	мм	дюйм	мм	дюйм	F = 80	3.250	S = 250	10.000	H = 100	4.000	T = 300	12.000	K = 125	5.000	U = 350	14.000	M = 150	6.000	V = 400	15.750	P = 170	6.250	W = 450	17.750	Q = 180	7.250	Y = 500	20.000	R = 200	8.000	X =	Специальный	<div>5<div>Система крепления</div></div> <div><div><div>C<div></div><div>Прижим сверху</div></div><div>D<div></div><div>Прижим повышенной жесткости (RC)</div></div><div>M,W<div></div><div>Прижим сверху и поджим за отверстие</div></div><div>P<div></div><div>Прижим рычагом за отверстие</div></div><div>S<div></div><div>Закрепление пластин винтом</div></div></div></div>																	
мм	дюйм	мм	дюйм																																															
F = 80	3.250	S = 250	10.000																																															
H = 100	4.000	T = 300	12.000																																															
K = 125	5.000	U = 350	14.000																																															
M = 150	6.000	V = 400	15.750																																															
P = 170	6.250	W = 450	17.750																																															
Q = 180	7.250	Y = 500	20.000																																															
R = 200	8.000	X =	Специальный																																															



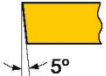


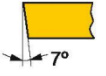





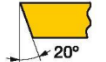


Рисунок 4 - Система обозначения расточных оправок лист 1

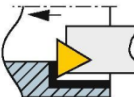












Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП44.03.04.624 ПЗ

Лист

35

6 Форма пластины		7 Тип державки, главный угол в плане, метрич. (дюйм.)		8 Задний угол на главной режущей кромке	
C		D		B	
K		R		C	
S		T		D	
V		W		E	
				N	
				O	Другое значение
				P	

9 Исполнение инструмента	10 Длина режущей кромки	11 Обозначение изготовителя
<div>R</div> <div>L</div>	<div>Метрическое исполнение</div> <div><div>S</div><div>T</div><div>C,D</div><div>K</div><div>R</div><div>W</div></div> <div>Длина режущей кромки выражается в мм. Целое число (не округляется)</div> <div>Дюймовое исполнение</div> <div><div>C,D,V</div><div>R</div><div>S</div><div>T</div><div>W</div></div> <div><div>1.2 = 5/32</div><div>1.5 = 3/16</div><div>1.8 = 7/32</div><div>2 = 1/4</div><div>2.5 = 5/16</div><div>3 = 3/8</div><div>4 = 1/2</div><div>5 = 5/8</div><div>6 = 3/4</div><div>8 = 1</div><div>10 = 1 1/4</div></div>	<p>К коду ISO изготовитель может добавить через тире максимум 3 дополнительные буквы. Например:</p> <p>C = Внутренний подвод СОЖ</p> <p>D = Увеличенный размер WF, + 1,0 мм (0,04")</p> <p>E = Увеличенный размер WF, + 2,0 мм (0,08")</p> <p>F = Увеличенный размер WF, + 3 мм (0,12")</p> <p>G = Измененные размеры</p> <p>L = Увеличенный размер LF</p> <p>R = Цилиндрич. с канавкой для установки во втулке EasyFix</p> <p>W = Прижим клин-прихватом</p> <p>X = Обратное растачивание</p> <p>B1 = B1 в конце кода = Для пластин толщиной 03 = 3.18 мм (2 = 1/8").</p>

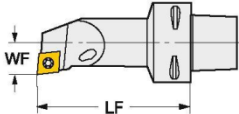








12 Система крепления Керамика	13 Размеры оправки Coromant Capto, мм
ID = Прижим сверху через планку	<div>WF x LF</div> <div></div> <div>Пример C4-SCLCR 11065-09 WF = 11 мм (2 знака) LF = 065 мм (3 знака)</div>






Рисунок 5 - Система обозначения расточных оправок лист 2











# Пластины для общего точения

<b>C</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>G</b>	<b>12</b>	<b>04</b>	<b>08</b>	-			-	<b>PF</b>
1	2	3	4	5	6	7		8	9		12









<b>C</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>G</b>	<b>12</b>	<b>04</b>	<b>08</b>	-	<b>T</b>	<b>010</b>	<b>20</b>
1	2	3	4	5	6	7		8	10	11

1 Форма пластины	
C 	D 
K 	R 
S 	T 
V 	W 

2 Задний угол	
B 	C 
E 	N 
P 	О Другое значение

4 Тип пластины	
A 	Q 
G 	R 
M 	T 
N 	W 
P 	X  Спец. конструкция

3 Допуски $\pm$ на $s$ и $iC/iW$		
Класс	$s$	$iC / iW$
G	$\pm 0.13$	$\pm 0.025$
M	$\pm 0.13$	$\pm 0.05 - \pm 0.15^{1)}$
U	$\pm 0.13$	$\pm 0.08 - \pm 0.025^{1)}$
E	$\pm 0.025$	$\pm 0.025$
1) Зависит от размера $iC$ . См. ниже.		
Диаметр вписанной окружности $iC$ mm	Класс точности	
	M	U
3.97		
5.0		
5.56		
6.0	$\pm 0.05$	$\pm 0.08$
6.35		
8.0		
9.525		
10.0		
12.0	$\pm 0.08$	$\pm 0.13$
12.7		
15.875		
16.0	$\pm 0.10$	$\pm 0.18$
19.05		
20.0		
25.0	$\pm 0.13$	$\pm 0.25$
25.4		
31.75	$\pm 0.15$	$\pm 0.25$
32.0		

5 Длина режущей кромки, / мм		C	D	R	S	T	V	W	K
$iC$ мм	$iC$ дюйм								
3.97	5/32"			05		06			
5.0									
5.56	7/32"			06		09			
6.0									
6.35	1/4"	06	07			11	11		
8.0				08					
9.525	3/8"	09	11	09	09	16	16	06	16 <sup>1)</sup>
10.0				10					
12.0				12					
12.7	1/2"	12	15	12	12	22	22	08	
15.875	5/8"	16		15	15	27			
16.0				16					
19.05	3/4"	19		19	19	33			
20.0				20					
25.0				25					
25.4	1"	25		25	25				
31.75				31					
32				32					

<sup>1)</sup> Для пластин формы K (KNMX, KNUX) показана теоретическая длина режущей кромки

Рисунок 6 - Система обозначения расточных оправок лист 3

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

ДП44.03.04.624 ПЗ

Лист

37

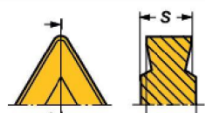







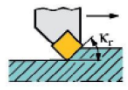
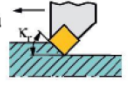
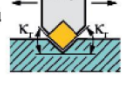
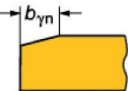
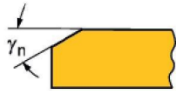
<div>6 Толщина пластины, s мм, дюйм</div> <div><div></div><div><div>Метрическое исполнение</div><div>01 s = 1.59</div><div>T1 s = 1.98</div><div>02 s = 2.38</div><div>03 s = 3.18</div><div>T3 s = 3.97</div><div>04 s = 4.76</div><div>05 s = 5.56</div><div>06 s = 6.35</div><div>07 s = 7.94</div><div>09 s = 9.52</div><div>10 s = 10.00</div><div>12 s = 12.00</div></div><div><div>Дюймовое исполнение</div><div>1. s = .0625</div><div>(1.2) s = .075</div><div>(1.5) s = 3/32</div><div>2 s = 1/8</div><div>(2.5) s = 5/32</div><div>3 s = 3/16</div><div>4 s = 1/4</div><div>5 s = 5/16</div><div>6 s = 3/8</div><div>6.3 s = .394</div><div>7.6 s = .475</div></div></div>	<div>7 Радиус при вершине, r<sub>ε</sub> мм, дюйм</div> <div><div></div><div><div>Мм:</div><div>00 = 0</div><div>01 = 0.1</div><div>02 = 0.2</div><div>04 = 0.4</div><div>05 = 0.5</div><div>08 = 0.8</div><div>10 = 1.0</div><div>12 = 1.2</div><div>15 = 1.5</div><div>16 = 1.6</div><div>24 = 2.4</div><div>32 = 3.2</div></div><div><div>Дюйм:</div><div>00</div><div>03</div><div>0</div><div>1 = 1/64</div><div>2 = 1/32</div><div>3 = 3/64</div><div>4 = 1/16</div><div>6 = 3/32</div><div>8 = 1/8</div></div><div><div>Действительный размер:</div><div>Круглая</div><div>.004</div><div>.008</div><div>.0156</div><div></div><div>.0312</div><div>.047</div><div></div><div>.0625</div><div>.094</div><div>.125</div></div><div>Примечание: Пример вычисления приближенного значения радиуса при вершине. 16=1.6мм=.063≈.0625</div></div>	<div>8 Состояние режущей кромки</div> <div><div>F</div><div></div><div>Острая кромка</div></div> <div><div>A</div><div></div><div>Округленная режущая кромка (ANSI)</div></div> <div><div>E</div><div></div><div>Округленная режущая кромка</div></div> <div><div>T</div><div></div><div>Кромка с отрицательной фаской</div></div> <div><div>K</div><div></div><div>Кромка с двойной отрицательной фаской</div></div> <div><div>S</div><div></div><div>Округленная кромка с отрицательной фаской</div></div>
<div>9 Исполнение</div> <div><div>R</div><div></div><div>Подача</div></div> <div><div>L</div><div></div><div>Подача</div></div> <div><div>N</div><div></div><div>Подача</div><div>Подача</div></div>	<div>10 Ширина фаски, мм, дюйм</div> <div><div></div><div><div>Мм:</div><div>010 b<sub>yn</sub> = 0.10</div><div>025 b<sub>yn</sub> = 0.25</div><div>070 b<sub>yn</sub> = 0.70</div><div>150 b<sub>yn</sub> = 1.50</div><div>200 b<sub>yn</sub> = 2.00</div><div>Дюймы:</div><div>03 b<sub>yn</sub> = .003</div><div>08 b<sub>yn</sub> = .008</div><div>30 b<sub>yn</sub> = .030</div><div>60 b<sub>yn</sub> = .060</div><div>80 b<sub>yn</sub> = .080</div></div><div>Подробную информацию о кодах заказа см. на стр. А66</div></div>	<div>11 Угол фаски</div> <div><div></div><div><div>15 γ<sub>n</sub> = 15°</div><div>20 γ<sub>n</sub> = 20°</div></div></div>
<div>12 Обозначение изготовителя</div> <div><div>Код ISO состоит из девяти полей. Поля 8 и 9 используются при необходимости. Дополнительно изготовитель может добавить еще три символа, например:</div><div><div>- WF = Wiper чистовая геометрия</div><div>- WMX = Wiper, получистовая обработка</div><div>- PF = ISO P для чистовой обработки</div><div>- PR = ISO P для черновой обработки</div></div></div>		

Рисунок 7 - Система обозначения пластин общего назначения

### Операция 010

Вертикально-протяжной полуавтомат мод. 7Б55У предназначен для протягивания внутренних поверхностей деталей различной геометрической формы и размеров. Используется в массовом и крупносерийном производстве.

#### Технические требования:

Наибольшее тяговое усилие, н ..... 1000

Длина рабочего хода ползуна, мм ..... 1050

Скорость рабочего хода ползуна, м/мин ..... 13

Общая мощность электродвигателя, кВт ..... 20,15

На данной операции применяется специальное приспособление, инструмент – шпоночная протяжка  $b=20$  Js9.

### 1.3.7. Разработка технологических операций механической обработки детали

При проектировании технологических операций решается комплекс вопросов: уточняется содержание операции; устанавливаются средства технологического оснащения, а также режимы резания; определяются настроечные размеры, нормы времени, точность обработки и разряд работы; подбирается состав СОЖ; разрабатываются операционные эскизы и схемы наладок.

При проектировании я использую концентрацию операций, осуществляемую на токарном двухшпиндельном обрабатывающем центре с ЧПУ TAKISAWA EX-510. В качестве зажимного приспособления используется трехкулачковый патрон с пневмозажимом фирмы Shunk, что повышает точность установки и сокращает время на установку и снятие детали. Режущий инструмент с механическим креплением пластин фирмы Sandvik. В качестве СОЖ использую Максол .

Обработку шпоночного паза производим на горизонтально-протяжном станке. Деталь устанавливаем на оправку. Для измерения ширины паза используем линейный, двухсторонний шаблон. Глубину паза измеряем индикаторным глубиномером.

					ДП44.03.04.624 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39



#### 1.4. Разработка УП

Для обработки детали применяем двухшпиндельный токарный станок с ЧПУ TAKISAWA EX-510 оснащенный системой программирования SINUMERIK 840D.

SINUMERIK 840D представляет собой открытую, гибкую и мощную систему ЧПУ. Эта система является децентрализованной, расширяемой, открытой, взаимосвязанной и функциональной; поэтому SINUMERIK 840D подходит при использовании любой технологии обработки и устанавливает новый стандарт динамичности, точности и степени интеграции в рабочую сеть. Система SINUMERIK 840D обеспечивает универсальность программирования, управления работой оборудования и задания циклов обработки. Обеспечивая высокую эффективность при программировании, установке и запуске, эта платформа ЧПУ характеризуется оптимальной конструкцией, инновационным функционалом УП, интеграцией в сеть и открытостью архитектуры. Система SINUMERIK 840D, поставляемая в нескольких исполнениях в зависимости от требований к эксплуатации, превосходно оптимизируется в соответствии с условиями работы любого станка и используемой технологией обработки.

*Технологические возможности Sinumerik 840D. Сплайны и полиномы.*

Эти функции позволяют создавать плавные непрерывные кривые. В системе возможно использование трех видов сплайнов (А, В, С) и кривых, заданных с помощью полиномов третьего порядка. Главное назначение сплайнов — быть интерфейсом между CAD/CAM-системами и УЧПУ. Использование сплайнов в обработке позволяет сократить управляющую программу, улучшить динамику движения приводов, повысить качество обрабатываемых поверхностей, отказаться от ручной.

*Изменение величины подачи по заданному закону в пределах одного кадра.*

Данная функция позволяет адаптировать величину подачи к режимам резания (например, изменять подачу при сверлении отверстия). Закон изменения

					ДП44.03.04.624 ПЗ	Лист
						40
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

определяется тремя способами: FLIN — линейное изменение, FCUB — по плавной кривой, FPO — по закону, заданному с помощью полинома.

#### *Автоматическое предотвращение зарезов.*

Возможность обработки «узких мест» (карманов, пазов и т.п.) зависит от диаметра инструмента. При использовании опции Look Ahead происходит опережающий просмотр программы (до 1000 кадров), Система позволяет автоматически отслеживать подобные ситуации и предотвращать зарезы.

#### *Преобразование рабочей системы координат в пространстве.*

Базовый набор команд позволяет производить с рабочей системой координат следующие преобразования: TRANS — линейный сдвиг; ROT — наклон в заданной плоскости или вращение всей плоскости обработки; MIRROR — зеркальное отображение заданных осей, SCALE — масштабирование вводимых размеров. Используя эти возможности, можно исключить пересчет координат и задавать размеры прямо с исходного чертежа.

#### *Ориентация инструмента относительно плоскости обработки.*

При наличии на станке поворотной инструментальной головы при условии 2,5D-обработки значительно упрощается обработка наклонных поверхностей. После задания соответствующей команды ориентации инструмента к плоскости обработки все дальнейшие действия по программированию перемещений производятся так, словно продолжается работа в стандартной системе координат.

#### *Специальные функции для токарно-фрезерных станков.*

При выполнении фрезерных операций на телах вращения, необходимо совмещать движения линейных и круговых осей. Для упрощения этих действий введены специальные функции TRANSMIT и TRACYL, которые позволяют свести работу программиста к работе на плоскости. Необходимое перемещение круговой оси система формирует автоматически.

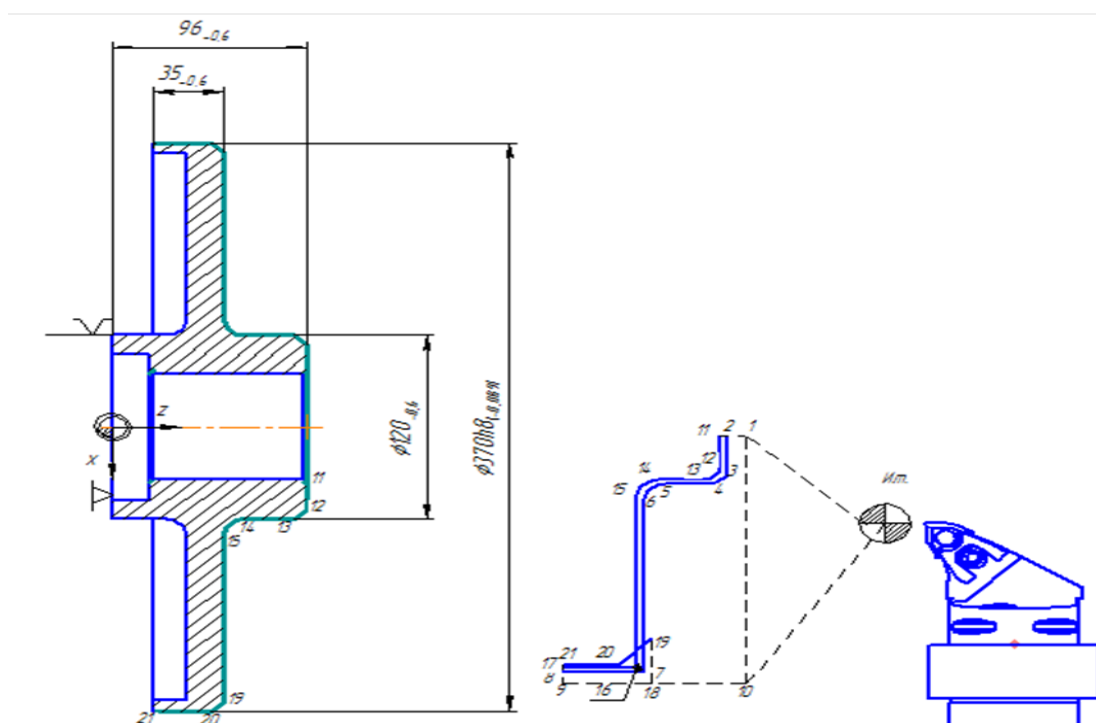
#### *Вызов внешних подпрограмм при возникновении аварийных ситуаций.*

В случае возникновения нештатных ситуаций (например, при поломке инструмента) автоматически может быть вызвана специальная подпрограмма, внут-

при которой организуются все необходимые действия по устранению ситуации. Возврат на контур обработки производится одной командой, при этом можно вернуться в любую точку прерванного кадра.

### Разработка управляющей программы для обработки детали «Полумуфта»

В качестве примера управляющей программы приведем обработку контура в операции 05 при втором установе.



Строка отхода 0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-9-18-19-20-21-9-10-0

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Z, мм		100	97,3	96,3	91,3	61,3	56,3	56,3	18	18	100	96	96	91	60	55	55	18	57	57	50	18
X, мм		66	66	112,7	122,7	122,7	132,7	372,2	372,2	375	375	66	110	120	120	130	371	371	375	356	370	370
t, мм	1,35																					
S, мм/об	0,2																					
n, об/мин	377-1508,5																					
V, м/мин	450																					

Рисунок 8 – Расчетно-технологическая карта информации

На основании разработанной КТИ составляем РТК  
(расчетно-технологическую карту) приведенную на рисунке.

### *Формат управляющей программы*

В соответствии с разрешенными в данной системе ЧПУ командами G и M приведем формат УП.

G3 X69.5 Z100 RTB=2.75 F800;

где G3 – круговая интерполяция против часовой стрелки;

X69.5 Z100 – координаты окончания окружности;

RND=2.75 – радиус обрабатываемой окружности 2.75 мм;

F800 – подача 800 мм/мин.

В данном формате номер кадра допускается не указывать.

Перечень используемых G и M функций.

Подготовительные и вспомогательные команды, используемые при составлении УП:

T – функция инструмента. Указывает номер инструмента или его позицию.

M3 – Включение вращения шпинделя по часовой стрелке (вспомогательная функция).

M6 – функция смены инструмента.

M8/M9 – включение/отключение подачи СОЖ.

M5 – выключение шпинделя.

M2 – конец УП.

S – скорость главного движения. Определяет частоту вращения шпинделя.

F – функция подачи. Обозначает скорость рабочей подачи.

G0 – перемещение на быстром ходу в заданную точку.

G1 – Линейная интерполяция (перемещение с запрограммированной подаче по прямой к точке).

G02/G03 – круговая интерполяция (движение по дуге с программируемой подачей в положительном/отрицательном направлении).

Таблица 9 - Формат цикла обработки

Параметр	Тип данных	Значение
NPP	string	Имя программы контура
MID	real	Глубина подачи (ввод без знака)
FALZ	real	Чистовой припуск в продольной оси (ввод без знака)
FALX	real	Чистовой припуск в поперечной оси (ввод без знака)
FAL	real	Чистовой припуск по контуру (ввод без знака)
FF1	real	Подача для чистовой обработки без поднутрения
FF2	real	Подача для врезания в элементы поднутрения
FF3	real	Подача для чистовой обработки
VARI	integer	Режим обработки Диапазон значений: 1...12, 201...212 3-ья цифра: Значения: 0: с возвратом по контуру Без остаточных углов, возврат с наложением по контуру. Это означает, что возврат осуществляется через несколько точек пересечения. 2: с прямым возвратом Всегда осуществляется возврат до прежней точки чернового прохода с последующим отводом. В зависимости от соотношения радиуса инструмента и глубины подачи (MID) при этом могут возникать остаточные углы.
DT	real	Время ожидания для ломки стружки при черновой обработке
DAM	real	Длина хода, после которой каждый черновой проход прерывается для ломки стружки
VRT	real	Путь отвода от контура при черновой обработке, инкрементный (ввод без знака)

На основании разработанных КТИ и РТК составляем управляющую программу.

Таблица 10 – Карта кодирования информации

Кодирование информации, содержание кадра	Содержание переходов
DEF STRING[8] UPNAME	Определение переменной для имени контура
T1 D1 G0 G18 G95 S438 M3 Z150 X80	Позиция подвода перед вызовом
LIMS 510	Задание постоянной скорости резания
UPNAME="KONTUR_1"	Присвоение имени подпрограммы
CYKLE95 (UPNAME,2.7, , ,1.35, ,0.1, ,9, , , 0.5)	Вызов цикла
G0 Z57	Движение каждой осью на ускоренной подаче
X356	Движение каждой осью на ускоренной подаче
G1 Z50 X370	Движение каждой осью на рабочей подаче
Z18	Движение каждой осью на рабочей подаче
G0 X375	Движение каждой осью на ускоренной подаче
Z100	Движение каждой осью на ускоренной подаче
G0 G90 Z150 X80	Повторный подвод к стартовой позиции
M30	Конец программы
%_N_KONTUR_1_SPF	Начало подпрограммы контура
;SPATH=/_N_SPF_DIR	
G1 Z100 X66	Движение каждой осью
Z97.3	Движение каждой осью
X112.7	Движение каждой осью
Z91.3 X122.7	Движение каждой осью
Z61.3	Движение каждой осью
G2 Z56.3 X132.7 RND=10	Закругление с радиусом 10, по часовой
X372.2	Движение каждой осью
Z18	Движение каждой осью
G0 X375	Движение каждой осью на ускоренной подаче
Z100	Движение каждой осью на ускоренной подаче
M17	Конец подпрограммы

## 1.5. Технологические расчеты

Для решения задач по обеспечению заданных требований необходимо выполнить расчеты следующих параметров: припусков, точности обработки, технологических размерных цепей, режимов резания, технических норм времени.

### 1.5.1. Расчет припусков

При проектировании технологических процессов механической обработки заготовок необходимо установить оптимальные припуски, которые обеспечили бы заданную точность и качество обрабатываемых поверхностей и экономию материальных ресурсов.

Таблица 11 – Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности  $\phi 70H8$  детали «Полумуфта»

Технологические переходы обработки поверхности зубчатого колеса	Элементы припуска, мкм				Расчет четный припуск $2Z_{\min}$ мкм	Расчет четный размер $D_p$ , мм	Допуск $T$ , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	$\rho$	$\varepsilon$				$D_{\min}$	$D_{\max}$	$2Z_{\min}^{np}$	$2Z_{\max}^{np}$
Заготовка	200	250	2940			62,622	3200	59,422	62,622		
Черновое растачивание	40	50	147	120	$2 \cdot 3392$	69,406	300	69,106	69,406	6784	9684
Получистовое растачивание	32	40	7	60	$2 \cdot 248$	69,902	120	69,782	69,902	496	676
Чистовое растачивание	5	10			$2 \cdot 72$	70,046	46	70,0	70,046	144	218
Итого:								7424		10578	

Суммарное значение пространственных отклонений:

$$\rho = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{экс}^2} , \quad (12)$$

где  $\rho_{см} = 0,9$  мм – отклонение от соосности; [таб18, ст.187,17]

$\rho_{экс} = 2,8$  мм – отклонение от концентричности; [таб18, ст.187, 17]

$$\rho = \sqrt{0,9^2 + 2,8^2} = 2,94 \text{ мм} = 2940 \text{ мкм} .$$

Остаточное суммарное отклонение после чернового растачивания:

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho_s = 0,05 \cdot 2940 = 147 \text{ мкм} . \quad (13)$$

Погрешность обработки при черновом растачивании:

$$\varepsilon_y = 400 \text{ мкм} . \quad [\text{таб13, ст.42, 17}]$$

Т.к. патрон с пневмозажимом погрешность установки уменьшается на 20 – 40 %:

$$\varepsilon_{y_s} = 400 \cdot 0,3 = 120 \text{ мкм} .$$

Погрешность установки при зенкеровании:

$$\varepsilon_{y_{зенк}} = 200 \cdot 0,3 = 60 \text{ мкм} .$$

На основании записанных в таблице данных производим расчет минимальных значений межоперационных припусков, пользуясь основной формулой:

$$2Z_{\min} = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_i^2 + \varepsilon_i^2}) , \quad (14)$$

где  $R_z$  – высота неровностей профиля поверхности, мкм;

$h$  – глубина дефектного слоя, мкм;

$\rho$  - пространственное отклонение расположения обрабатываемой поверхности относительно базовых поверхностей заготовки, мкм;

$\varepsilon$  – погрешность установки, мкм.

Минимальный припуск под растачивание.

Черновое:

$$2Z_{\min} = 2(200 + 250 + \sqrt{2940^2 + 120^2}) = 2 \cdot 3392 \text{ мкм} .$$



Получистовое:

$$2Z_{\min} = 2(40 + 50 + \sqrt{147^2 + 60^2}) = 2 \cdot 248 \text{ мкм}.$$

При расчете припусков на чистовое растачивание погрешности установки и суммарное отклонение не учитываем из-за малости их величин:

$$2Z_{\min} = 2(32 + 40) = 2 \cdot 72 \text{ мкм}.$$

Расчетный размер по операциям.

$$d_{p_{\text{чист}}} = 70,046 \text{ мм}$$

$$d_{p_{\text{получист}}} = 70,046 - 0,144 = 69,902 \text{ мм}$$

$$d_{p_{\text{чер. рас.}}} = 69,902 - 0,496 = 69,406 \text{ мм}$$

$$d_{p_3} = 69,406 - 6,784 = 62,622 \text{ мм}$$

Наибольший и наименьший предельные размеры.

Чистовое растачивание:

$$d_{\max} = 70,046 \text{ мм}$$

$$d_{\min} = 70,046 - 0,046 = 70,0 \text{ мм}$$

Получистовое растачивание:

$$d_{\max} = 69,902 \text{ мм}$$

$$d_{\min} = 69,902 - 0,12 = 69,782 \text{ мм}$$

Черновое растачивание:

$$d_{\max} = 69,406 \text{ мм}$$

$$d_{\min} = 69,406 - 0,3 = 69,106 \text{ мм}$$

Заготовка:

$$d_{\max} = 62,622 \text{ мм}$$

$$d_{\min} = 62,622 - 3,200 = 59,422 \text{ мм}$$

Рассчитаем максимальное и минимальное предельные значения припусков

$2Z_{\min}^{\text{пр}}$ , пользуясь основными формулами:

$$2Z_{\max}^{\text{пр}} = D_{\min_{i-1}} - D_{\min} . \quad (15)$$

$$2Z_{\min}^{\text{пр}} = D_{\max_{i-1}} - D_{\max} . \quad (16)$$

Чистовое растачивание:

$$2Z_{\max}^{np} = 70,0 - 69,782 = 0,218 = 218 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min}^{np} = 70,046 - 69,902 = 0,144 = 144 \text{ мкм}$$

Получистовое:

$$2Z_{\max}^{np} = 69,782 - 69,106 = 0,676 = 676 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min}^{np} = 69,902 - 69,406 = 0,496 = 496 \text{ мкм}$$

Черновое растачивание:

$$2Z_{\max}^{np} = 69,106 - 59,422 = 9,684 = 9684 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min}^{np} = 69,406 - 62,622 = 6,784 = 6784 \text{ мкм}$$

Определим общие припуски  $Z_{\max_0}^{np}$  и  $Z_{\min_0}^{np}$  пользуясь формулами:

$$2Z_{\max_0}^{np} = \sum_{i=1}^n 2Z_{\max_i}^{np} \quad (17)$$

$$2Z_{\min_0}^{np} = \sum_{i=1}^n 2Z_{\min_i}^{np} \quad (18)$$

$$2Z_{\max_0}^{np} = 9684 + 676 + 218 = 10578 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min_0}^{np} = 6784 + 496 + 144 = 7424 \text{ мкм}$$

Проверим правильность произведенных расчетов по формулам:

$$2Z_{\max_i}^{np} - 2Z_{\min_i}^{np} = T_{i-1} - T_i \quad (19)$$

$$2Z_{\max_0}^{np} - 2Z_{\min_0}^{np} = T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}} \quad (20)$$

Чистовое растачивание:

$$218 - 144 = 120 - 46 \Rightarrow 74 = 74$$

Получистовое растачивание:

$$676 - 496 = 300 - 120 \Rightarrow 180 = 180$$

Черновое растачивание:

$$9684 - 6784 = 3200 - 300 \Rightarrow 2900 = 2900$$

Общее:

$$10578 - 7424 = 3200 - 46 \Rightarrow 3154 = 3154$$

Рассчитаем общий номинальный припуск  $Z_{0 \text{ ном}}$  :

					ДП44.03.04.624 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

$$2Z_{o_{ном}} = 2Z_{o_{мин}} + ESD_{заг} - ESD_{\phi} \quad (21)$$

$$2Z_{o_{мин}} = 7424 + 1100 - 0 = 8524 \text{ мкм}$$

На основании данных расчета строим схему графического расположения припусков и допусков по обработке отв. Ø70H8:

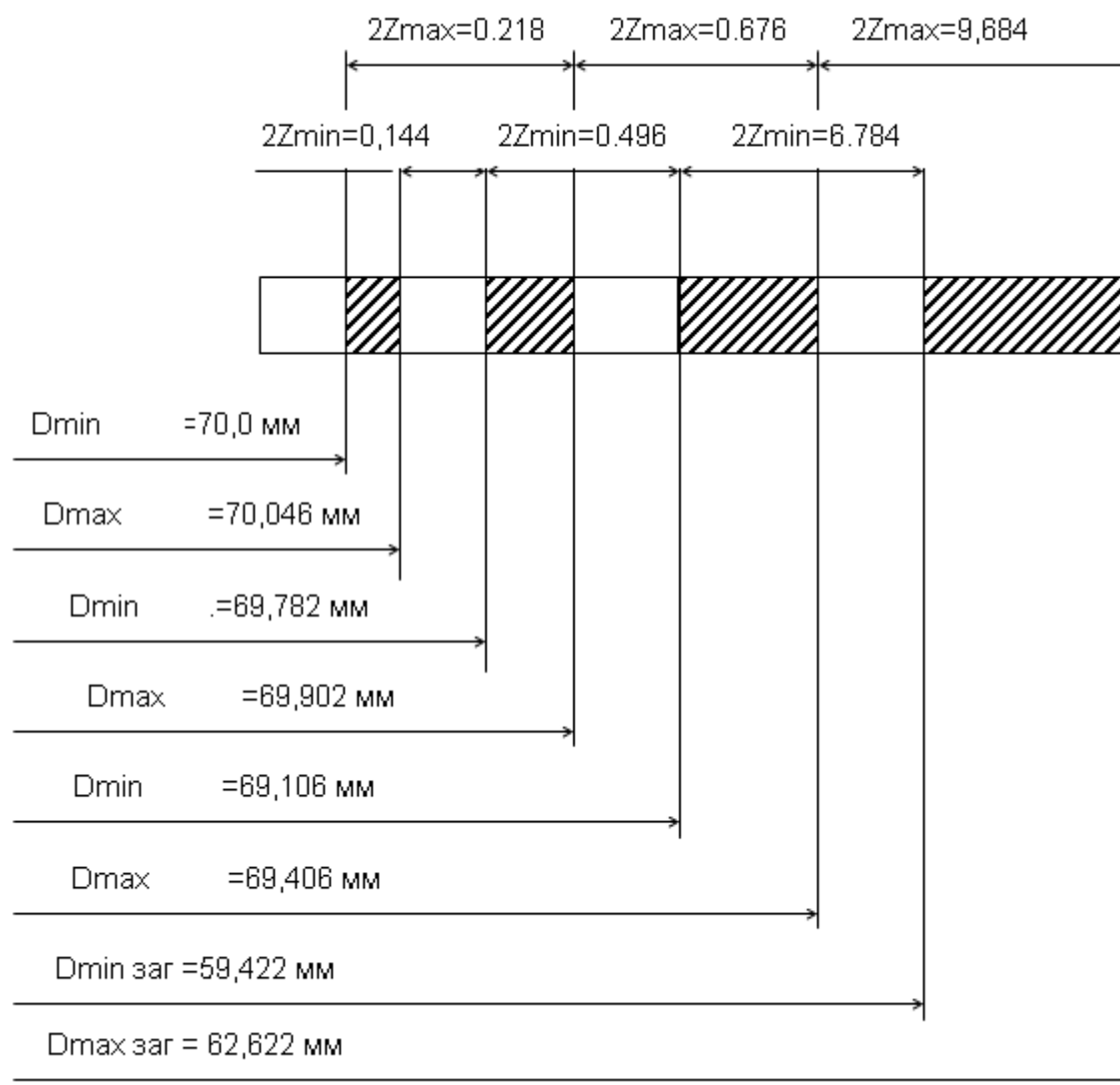


Рисунок 9 - Схема графического расположения припусков и допусков на обработку поверхности ø70H8

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

Таблица 12 – Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности

Поверх- ность	Размер, мм	Припуск, мкм	Допуск, мкм	Предельное отклонение, мм	
				верхнее	нижнее
1	Ø70	2,7	+2,1 -1,1	0,046	0
2	Ø95	2,7	+1,8 -1,0	0,6	0
3	Ø120	2,7	+2,4 -1,2	0	-0,6
4	Ø356	2,7	+2,7 -1,3	0,4	0
5	Ø370	2,7	+2,7 -1,3	0	0,089
6	96	2,7	+2,1 -1,1	0	0,6
7	18	2,7	+1,6 -0,9	0,5	0,5
8	20	2,7	+1,6 -0,9	1	1
9	35	2,7	+1,6 -0,9	0	0,6

### 1.5.2. Расчет режимов резания

Режимы резания определяются глубиной резания  $t$ , мм; подачей на оборот  $s$ , мм/об и скоростью резания  $V$ , м/мин.

Режимы резания оказывают влияние на точность и качество обрабатываемой поверхности, производительность и себестоимость обработки.

*005 Токарная с ЧПУ.*

Переход 1. Расточная система C3-R820B-AA3050A, пластина SCMT09T308-PF GC4315. Расчет режимов резания производим на основании справочных таблиц приведенных в каталоге Sandvic.

$$t = \frac{68-64.6}{2} = 1.7 \text{ мм.}$$

## Рекомендуемые значения глубин резания и подач, метрические



### CoroTurn® 107 пластины с задними углами

В	Пластины	Рек. глубина резания $a_p$ = мм			Рекомендуемая подача $f_z$ = мм/об		
		Min		Max	Min		Max
	CCMT060202-WF	0.3	0.1	1.5	0.1	0.03	0.15
	CCMT060204-WF	0.8	0.3	2	0.12	0.05	0.3
	CCMT060208-WF	0.8	0.3	2	0.15	0.09	0.35
	CCMT09T302-WF	0.3	0.1	1.5	0.1	0.03	0.15
	CCMT09T304-WF	1	0.3	3	0.2	0.07	0.3
	CCMT09T308-WF	1	0.3	3	0.25	0.12	0.5
	DCMX070202-WF	0.3	0.1	1.5	0.1	0.03	0.15
	DCMX070204-WF	0.7	0.3	2	0.12	0.05	0.25
	DCMX070208-WF	0.7	0.3	2	0.15	0.09	0.35
	DCMX11T302-WF	0.3	0.1	1.5	0.1	0.03	0.15
	DCMX11T304-WF	1	0.3	3	0.2	0.07	0.3
	DCMX11T308-WF	1	0.3	3	0.25	0.12	0.4
C	TCMX090202-WF	0.3	0.1	1.5	0.1	0.03	0.15
	TCMX090204-WF	0.7	0.3	2	0.12	0.05	0.3
	TCMX090208-WF	0.7	0.3	2	0.25	0.1	0.35
	TCMX110302-WF	0.3	0.1	1.5	0.1	0.03	0.15
	TCMX110304-WF	1	0.3	2.5	0.2	0.07	0.3
	TCMX110308-WF	1	0.3	2.5	0.25	0.12	0.4
	TCMX16T304-WF	1.2	0.3	3.5	0.2	0.07	0.35
	TCMX16T308-WF	1.2	0.3	3.5	0.25	0.12	0.5
	CCMT060202-PF	0.3	0.06	1.7	0.06	0.03	0.11
	CCMT060204-PF	0.3	0.1	1.7	0.08	0.05	0.17
	CCMT09T302-PF	0.35	0.08	2	0.08	0.04	0.15
	CCMT09T304-PF	0.35	0.11	2	0.11	0.06	0.23
G	CCMT09T308-PF	0.35	0.15	2	0.15	0.08	0.3
	CCMT120404-PF	0.42	0.14	2.4	0.14	0.07	0.27
	DCMT070202-PF	0.26	0.06	1.5	0.06	0.03	0.11
	DCMT070204-PF	0.26	0.08	1.5	0.08	0.05	0.17
	DCMT11T302-PF	0.35	0.08	2	0.08	0.04	0.15
	DCMT11T304-PF	0.35	0.11	2	0.11	0.06	0.23
	DCMT11T308-PF	0.35	0.15	2	0.15	0.08	0.3
	SCMT09T304-PF	0.35	0.11	2	0.11	0.06	0.23
	SCMT09T308-PF	0.35	0.15	2	0.15	0.08	0.3
	TCMT06T102-PF	0.26	0.06	1.5	0.06	0.03	0.11
	VBMT110304-MF	0.3	0.1	1.7	0.1	0.05	0.19
	VBMT110308-MF	0.3	0.13	1.7	0.13	0.07	0.26
	VBMT160402-MF	0.32	0.07	1.8	0.07	0.04	0.14
	VBMT160404-MF	0.32	0.1	1.8	0.1	0.05	0.2
	VBMT160408-MF	0.32	0.14	1.8	0.14	0.07	0.27
	VBMT160412-MF	0.32	0.14	1.8	0.16	0.09	0.32
	CCMT060202-KF	0.3	0.06	1.7	0.06	0.03	0.11
	CCMT060204-KF	0.3	0.1	1.7	0.08	0.05	0.17
	CCMT09T302-KF	0.35	0.08	2	0.08	0.04	0.15
	CCMT09T304-KF	0.35	0.11	2	0.11	0.06	0.23
	CCMT120404-KF	0.42	0.14	2.4	0.14	0.07	0.27
	DCMT070202-KF	0.26	0.06	1.5	0.06	0.03	0.11
	DCMT070204-KF	0.26	0.08	1.5	0.08	0.05	0.17
	DCMT11T302-KF	0.35	0.08	2	0.08	0.04	0.15
	DCMT11T304-KF	0.35	0.11	2	0.11	0.06	0.23
	SCMT09T304-KF	0.35	0.11	2	0.11	0.06	0.23
	SCMT09T308-KF	0.35	0.15	2	0.15	0.08	0.3
	TCMT06T102-KF	0.26	0.06	1.5	0.06	0.03	0.11
	TCMT06T104-KF	0.26	0.08	1.5	0.08	0.05	0.17
	TCMT06T108-KF	0.26	0.11	1.5	0.11	0.06	0.23
	TCMT090202-KF	0.3	0.06	1.7	0.06	0.03	0.13
	TCMT090204-KF	0.3	0.1	1.7	0.1	0.05	0.19
	TCMT110302-KF	0.3	0.06	1.7	0.06	0.03	0.13
	TCMT110304-KF	0.3	0.1	1.7	0.1	0.05	0.19
	TCMT16T304-KF	0.35	0.11	2	0.11	0.06	0.23
	VBMT110302-KF	0.3	0.06	1.7	0.06	0.03	0.13
	VBMT110304-KF	0.3	0.1	1.7	0.1	0.05	0.19
	VBMT110308-KF	0.3	0.13	1.7	0.13	0.07	0.26
	VBMT160402-KF	0.32	0.07	1.8	0.07	0.04	0.14
	VBMT160404-KF	0.32	0.1	1.8	0.1	0.05	0.2
	VBMT160408-KF	0.32	0.14	1.8	0.14	0.07	0.27
	TCEX050100L-F	0.15	0.05	0.8	0.06	0.02	0.1
	TCEX050100R-F	0.15	0.05	0.8	0.06	0.02	0.1
	TCEX050101L-F	0.15	0.05	0.8	0.06	0.02	0.1
	TCEX050101R-F	0.15	0.05	0.8	0.06	0.02	0.1

Рисунок 10 - Рекомендуемые значения глубин резания и подач

Принимаем рекомендованную подачу 0,15 мм/об.

Так же выбираем скорость резания.

### Рекомендуемая скорость резания, метрические значения

Рекомендации относятся к обработке с применением СОЖ

ISO P	Код СМС	Сталь	Удельная сила резания $k_{ct}$	Твердость по Бринеллю НВ	<<<< ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ			
					СТ5015	GC1525	GC4205	GC4315
					$v_{ек}$ , мм ≈ подача $f_z$ , мм/об			
Код МС		Обрабатываемый материал	Н/мм <sup>2</sup>		0.05-0.1-0.2	0.05-0.1-0.2	0.1-0.4-0.8	0.1-0.4-0.8
P1.1.Z.AN	01.1	Нелегированная сталь C = 0.1-0.25%	1500	125	650-540-440	560-465-380	620-450-330	570-405-300
P1.2.Z.AN	01.2	C = 0.25-0.55%	1600	150	570-480-385	495-415-335	560-405-295	510-365-265
P1.3.Z.AN	01.3	C = 0.55-0.80%	1700	170	510-425-340	430-365-295	530-385-275	460-330-240

Рисунок 11 - Рекомендуемая скорость резания

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

ДП44.03.04.624 ПЗ

Лист

52

Принимаем скорость резания равной 510 м/мин.

Рассчитываем число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} , \quad (22)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 510}{3,14 \cdot 68} = 2388,5 \text{ об/мин} .$$

Остальные расчеты производим аналогично и заносим в таблицу 13.

*010 Протягивание.*

Глубина резания при обработке шпоночного паза:

$$t = d_H - d_B, \quad (23)$$

$$t = 74,9 - 70 = 4,9 \text{ мм}.$$

Подачу определяем по формуле:

$$S_z = C \cdot b^x , \quad (24)$$

где  $b$  – ширина шпоночной канавки, мм;

$C$  и  $x$  – коэффициент и показатель степени, зависящие от свойств обрабатываемого материала;

$$\left. \begin{array}{l} C = 0,11 \\ x = 0,5 \end{array} \right\} \quad [\text{ст.175,11}]$$

Скорость резания при протягивании определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot S_z^\omega} , \quad (25)$$

где  $C_v$  – коэффициент, зависящий от свойств обрабатываемого материала, типа протяжки и марки материала протяжки;

$T$  – стойкость протяжки в минутах машинного времени без учета обратного хода протяжки;

$S_z$  – подача на один зуб протяжки;

$m$  и  $\omega$  – показатели степени соответственно при  $T$  и  $S_z$ , устанавливаемые по нормативам.

$$\left. \begin{array}{l} C_v = 5,5 \\ m = 0,87 \\ \omega = 1,4 \\ T = 100 \end{array} \right\}$$

[ст.176, 11]

Таблица 13 – Параметры режимов резания

Наименование операции, перехода, позиции	t (a <sub>p</sub> ) , мм	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
005 Токарная с ЧПУ					
Расточная система C3-R820B-AA3050A пластина SCMT09T308-PF GC4315	1,7	1	0,15	2388,5	510
Резец C3-MWLNR-22040-06 Пластина WNMG080408-PF GC4125	1,35	2	0,2	402,5- 1508,5	450
Резец SRSCR2525M10 Пластина RCMT10T3M0 GC4225	2,7	1	0,4	298- 798	305
Резцовая головка C3-MWLNR-22040-06 Пластина WNMG080408-PF GC4125	0,5	2	0,1	2547,8	560
Резцовая головка C4-DTTNL-22050-16 Пластина TNMG160408-PF GC4125	2	6	0,2	379,3- 460,6	405
Резец C3-MWLNR-22040-06 Пластина WNMG080408-PF GC4125	1,5	2	0,2	377- 1508,5	450
Сверло спиральное R840-1650-30- A0A1220	8,25	12	0,32	2026	105
Сверло спиральное R840-1746-30- A1A1220	8,65	1	0,38	2025	110
Зенковка E6819-30 (Walter)	3	1	0,45	1913	140
Метчик E050M20	2,5	1	2,5	191	12
010 Протяжная	4,9		0,49	-	0,27

### 1.5.3. Расчет технических норм времени

Техническая норма времени на обработку заготовки является одним из основных параметров для расчета стоимости изготавливаемой детали, числа произ-

водственного оборудования, заработной платы рабочих и планирования производства.

Техническую норму времени определяют на основе технических возможностей технологической оснастки, режущего инструмента, станочного оборудования и режимов резания.

Норма времени является одним из основных факторов для оценки совершенства технологического процесса и выбор наиболее прогрессивного варианта обработки заготовки.

*005 Токарная с ЧПУ.*

Основное время:

$$t_0 = \frac{l}{n \cdot s} \cdot i, \quad (26)$$

где  $l$  – расчетная длина обрабатываемой поверхности, мм;

$n$  – число оборотов шпинделя, об/мин;

$s$  – подача, мм/об;

$i$  – число рабочих ходов.

$$l = l_{\text{пер}} + l_1, \quad (27)$$

где  $l_{\text{пер}}$  – длина обрабатываемой поверхности в направлении подачи, мм;

$l_1$  – длина врезания и перебега инструмента, мм.;

$l_1 = 5$  мм.

[пр.1, лист1, ст.204, 12]

Т.к. в процессе обработки постоянной является скорость резания, а обороты являются переменным показателем, для подсчета времени обработки берем средний результат оборотов вращения шпинделя.

$$n_{\text{ср.}} = \frac{402,5 + 1508,5}{2} = 955,5 \text{ об/мин.}$$



Шпиндель 1:

$$t_{01} = \frac{98,7 + 5}{0,15 \cdot 2388,5} = 0,29 \text{ мин};$$

$$t_{02} = \frac{63,5+6}{0,2 \cdot 955,5} \cdot 2 = 0,73 \text{ мин};$$

$$t_{03} = \frac{134+5}{0,4 \cdot 548} = 0,63 \text{ мин};$$

$$t_{04} = \frac{85,8 + 6}{0,1 \cdot 2547,8} \cdot 2 = 0,72 \text{ мин};$$

$$t_{05} = \frac{2+3}{0,2 \cdot 420} \cdot 6 = 0,36 \text{ мин.}$$

Шпиндель 2:

$$t_{06} = \frac{217,32 + 5}{0,2 \cdot 942,75} \cdot 2 = 2,36 \text{ мин};$$

$$t_{07} = \frac{18 + 10}{0,32 \cdot 2026} \cdot 12 = 0,52 \text{ мин};$$

$$t_{08} = \frac{18 + 10}{0,38 \cdot 2025} \cdot 2 = 0,07 \text{ мин};$$

$$t_{09} = \frac{2,5 + 1}{0,45 \cdot 1913} \cdot 2 = 0,01 \text{ мин};$$

$$t_{010} = \frac{18 + 7,5}{2,5 \cdot 191} \cdot 2 = 0,11 \text{ мин};$$

Общее основное время на операцию составит:

$$T_{\text{общ.}} = \sum t_{on} = 5,28 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$t_{\text{уст}} = 0,4 \text{ мин} \quad [\text{к.2, л.1, ст.56}]$$

$$t'_{\text{пер}} = 0,04 \text{ мин} \quad [\text{к.20, л.1, ст.110, 13}]$$

$$t''_{\text{пер}} = 0,27 \text{ мин} \quad [\text{к.20, л.5, ст.117, 13}]$$

$$t_{\text{изм}} = 0,21+0,34+0,18+0,12=0,85 \text{ мин} \quad [\text{к.43, л.7,л.108, ст.207,ст.208, 13}]$$

$$t_{\text{всп}} = 0,4 + 0,04 + 0,27 + 0,85 = 1,56 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{on} = t_o + t_{ecn} \quad (28)$$

$$t_{\text{оп}} = 5,28 + 1,56 = 6,84 \text{ мин.}$$

					ДП44.03.04.624 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Штучное время:

$$T_{шт} = t_o + t_{в} + t_{об} + t_{от}, \quad (29)$$

где  $t_o$  – основное время, мин;

$t_{в}$  – вспомогательное время, мин;

$t_{об}$  – время на обслуживание рабочего места;

$t_{от}$  – время перерывов на отдых и естественные надобности.

Время на обслуживание рабочего места:

$$t_{об} = 8\% \cdot t_{оп}.$$

$$t_{об} = 0,08 \cdot 6,84 = 0,54 \text{ мин.}$$

Время перерывов на отдых:

$$t_{отд} = 4\% \cdot t_{оп}.$$

$$t_{от} = 0,04 \cdot 6,84 = 0,27 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 5,28 + 1,56 + 0,54 + 0,27 = 7,65 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время:

$$T_{п.з.} = t'_{п.з.} + t''_{п.з.} + t'''_{п.з.}, \quad (30)$$

где  $t'_{п.з.}$  - время на наладку станка, инструмента и приспособлений, мин;

$t''_{п.з.}$  - время на дополнительные приемы, мин;

$t'''_{п.з.}$  - получение инструмента и приспособлений исполнителем работы до

начала и сдача их после окончания обработки партии.

$$\left. \begin{aligned} t'_{п.з.} &= 20 \text{ мин} \\ t''_{п.з.} &= 8 \text{ мин} \\ t'''_{п.з.} &= 1,3 \text{ мин} \end{aligned} \right\}$$

[к.47, ст.237, 13]

$$T_{п.з.} = 20 + 8 + 1,3 = 29,3 \text{ мин.}$$

020 Протягивание.

Машинное время:

$$T_o = \frac{h \cdot l \cdot \eta_k \cdot K_x}{1000 \cdot V \cdot S_z \cdot Z}, \quad (31)$$

где  $h$  – припуск на сторону, снимаемый протяжкой за один проход, мм;

$l$  – длина протягиваемого отверстия, мм;

$\eta_k$  – коэффициент, учитывающий длину калибрующей части протяжки;

$K_x$  – коэффициент, учитывающий обратный ход станка;

$S_z$  – подача на зуб протяжки;

$Z$  – число зубьев протяжки, находящихся одновременно в работе.

$$\left. \begin{aligned} \eta_k &= 1,17 \dots 1,25 = 1,8 \\ K_x &= 1,14 \dots 1,5 = 1,2 \\ z &= \frac{l}{0,2l} = \frac{96}{0,2 \cdot 96} = 5 \end{aligned} \right\} \quad [\text{ст.176, 11}]$$

$$T_o = \frac{4,9 \cdot 96 \cdot 1,8 \cdot 1,2}{1000 \cdot 0,27 \cdot 0,49 \cdot 5} = 1,54 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,32 \text{ мин.} \quad [\text{т.102, ст.177, 11}]$$

Оперативное время:

$$t_{on} = 1,54 + 0,32 = 1,86 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места:

$$t_{\text{мех}} = 0,04 \cdot t_{on} = 0,07 \text{ мин}$$

$$t_{\text{орг}} = 0,05 \cdot t_{on} = 0,09 \text{ мин}$$

$$t_{об} = 0,07 + 0,09 = 0,16 \text{ мин.}$$

Время перерывов на отдых:

$$t_{от} = 0,25 \cdot t_{on} = 0,47 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт}} = 1,54 + 0,32 + 0,16 + 0,47 = 3,49 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время:

$$T_{\text{пз}} = 3 \dots 5 \text{ мин.} \quad [\text{ст.178, 11}]$$

$$T_{\text{н.з.}} = 5 \text{ мин.}$$

## 2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Проектирование средств технологического оснащения производится на основе максимального использования нормализованных, стандартизированных деталей и сборочных единиц. Разрабатываемая конструкция должна быть прогрессивной, рентабельной и удобной в эксплуатации. Кроме того, она должна способствовать облегчению условий труда и повышению его производительности за счет сокращения машинного и вспомогательного времени на обработку.

### 2.1. Силовой расчет выбранного зажимного приспособления

Рассмотрим схему крепления заготовки в приспособлении для крепления детали пневматическим зажимом при обработке на токарном на двухшпиндельном обрабатывающем центре с ЧПУ TAKISAWA EX-510.

Используемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки полумуфты, а также постоянное во времени положение заготовки относительно стола станка и режущего инструмента с целью получения необходимой точности размеров и формы расположения отверстий; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.

На рис. 12 показана расчетная схема для определения усилия закрепления при обработке наружной цилиндрической поверхности на токарном станке. Заготовка устанавливается в трехкулачковом самоцентрирующем патроне.

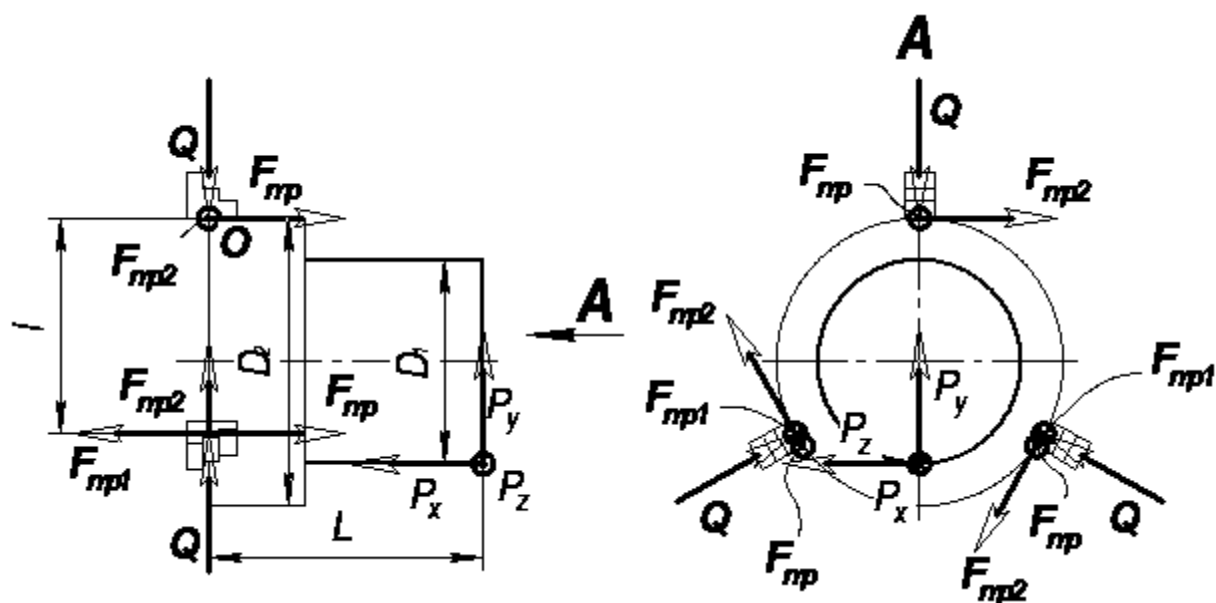


Рисунок 12 – Расчетная схема для определения усилия закрепления при то-  
чении наружной цилиндрической поверхности

Описание действия сил на заготовку для схемы на рис.12 будет следую-  
щим. На заготовку со стороны инструмента действуют силы: тангенциальная  $P_z$ ,  
осевая  $P_x$ , радиальная  $P_y$ . В трех точках контакта заготовки с кулачками патрона  
приложены усилия закрепления  $Q$ . Осевая сила  $P_x$  стремится сдвинуть заготовку в  
осевом направлении (вдоль направления подачи). Этому противодействуют силы  
трения  $F_{тр}$ , которые возникают в точках приложения усилий закрепления.

Тангенциальная сила  $P_z$  создает крутящий момент с плечом  $D_1/2$ , который  
стремится повернуть заготовку вокруг оси. Этому противодействует момент сил  
трения  $F_{тр2}$ , которые возникают в точках приложения усилий закрепления  $Q$ , и  
имеют плечо  $D_2/2$ .

Радиальная сила  $P_y$  создает крутящий момент с плечом  $L$ , который стремит-  
ся повернуть заготовку относительно точки  $O$ . Этому противодействуют моменты  
сил трения  $F_{тр1}$  и силы  $P_x$ . Силы трения  $F_{тр1}$  возникают в точках приложения  
усилий закрепления в двух нижних кулачках и имеют плечо  $l$ . Момент силы тре-  
ния возникающей в верхнем кулачке не рассматривается, так как сила проходит  
через точку поворота и имеет плечо равное 0. Сила  $P_x$  создает момент с плечом  
 $(D_1+D_2)/2$ .

Находим силу зажима:

$$P_{\text{зж}} = \frac{1,8 \cdot 86,75 \cdot 14}{0,15 \cdot 35} = 416,4 \text{ н}, \quad (32)$$

откуда,

$$P_{\text{порш}} = \frac{416,4}{0,2} = 2082 \text{ н},$$

$$Q = P_z \cdot k_{\text{заг}}. \quad (33)$$

Величина коэффициента зависит от условий обработки заготовок на станке:

$$K_{\text{зан}} = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (34)$$

где  $K_0=1,5$  гарантированный коэффициент запаса при всех случаях обработки;

$K_1$  - коэффициент, зависящий от вида базовой поверхности заготовки

(обработанная или необработанная);

$K_2$  — коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при затуплении режущего инструмента;

$K_3$  — коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при обработке прерывистых поверхностей;

$K_4$  — коэффициент, учитывающий постоянство силы зажима, развиваемой силовым приводом приспособления;

$K_5$  - коэффициент, учитываемый при наличии моментов, стремящихся повернуть обрабатываемую деталь вокруг ее оси.

$$\left. \begin{array}{l} K_0 = 1,5 \\ K_1 = 1,2 \\ K_2 = 1 \\ K_3 = 1 \\ K_4 = 1 \\ K_5 = 1 \\ K_6 = 1,0 \end{array} \right\}$$

[24, ст.141]

$$K_{\text{зан}} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,0 = 1,8.$$

$$Q_{\text{ш}} = 2082 \cdot 1,8 = 3126 \text{ н}.$$

## 2.2. Разработка схемы контроля

Проектирование средств технологического оснащения производится на основе максимального использования нормализованных, стандартизированных деталей и сборочных единиц. Разрабатываемая конструкция должна удобной в эксплуатации и обеспечивать необходимую точность измерения.

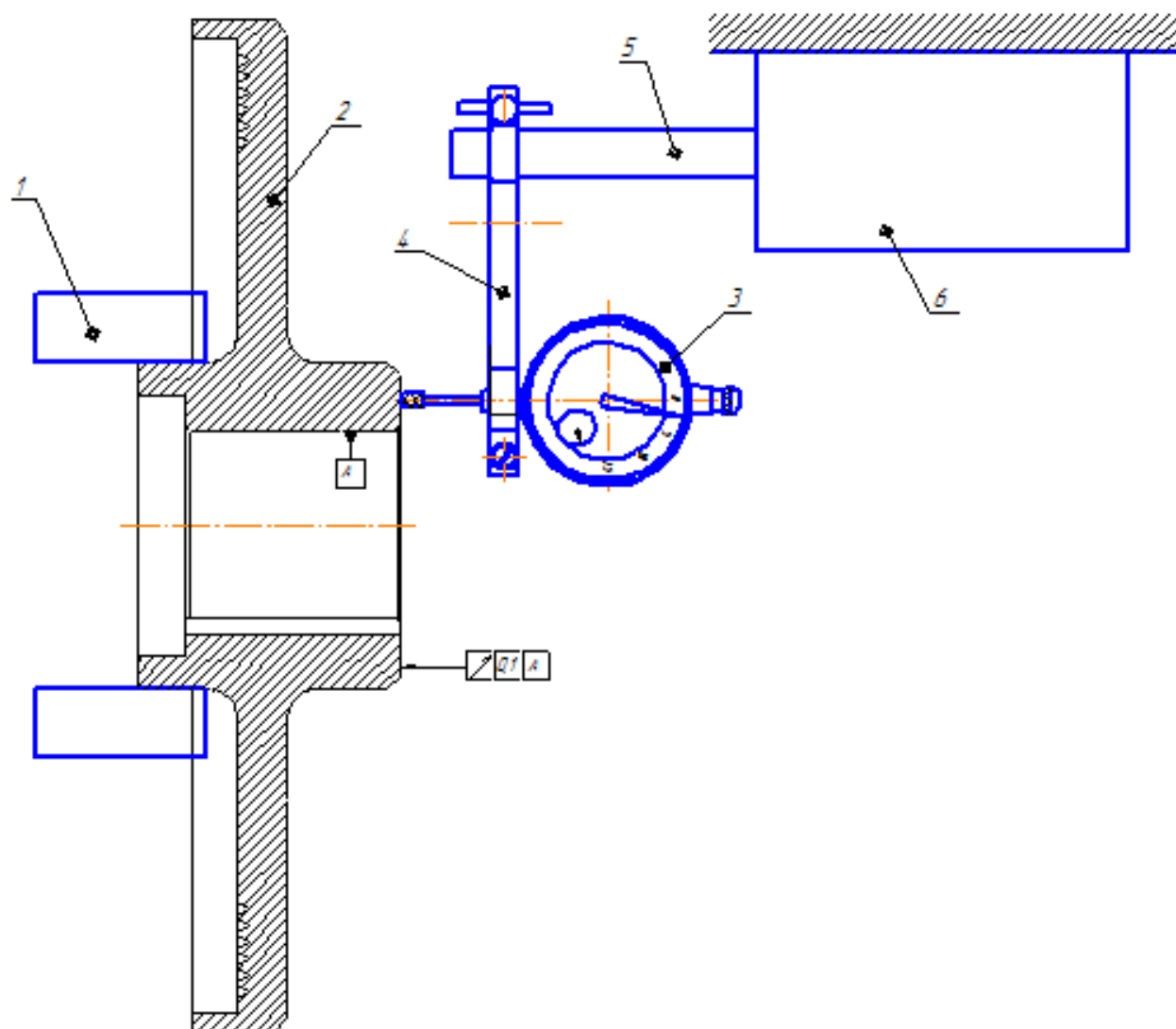


Рисунок 13 - Схема измерения торцевого биения

На рис.13 приведено приспособление для контроля отклонения от перпендикулярности торца относительно центрального отверстия Полумуфты. Приспособление состоит из патрона 1, в котором обрабатывалась деталь, штатива 4, в котором предварительно установлена измерительной головки 3 и стойки 5, крепя-

щейся в блоке крепления 6, имеющем направляющую в форме ласточкина хвоста и установленном в револьверной головке.

В качестве средства измерения выбираем измерительную головку, имеющую механические преобразующие устройства, которые преобразуют малые перемещения измерительного наконечника в большие перемещения стрелки, наблюдаемые по шкале отсчетного устройства.

Головка индикаторная 2ИГ предназначена для точных относительных измерений линейных размеров и может применяться как в измерительной стойке, так и в различного рода контрольных и измерительных приборах и приспособлениях. Кинематическая цепь головки состоит из двух неравноплечих рычажных пар и одной зубчатой пары. Оси механизма установлены в корундовых подшипниках. Кинематическое замыкание механизма обеспечивается моментной пружиной-волоском.

Точная установка головки измерительной 2ИГ на нуль обеспечивается специальным винтом с, пределами регулирования не менее 10 делений шкалы, при этом погрешность показаний головки не меняется, так как точная установка осуществляется за счет поворота всего механизма головки относительно корпуса. Малое колебание измерительного усилия позволяет применять головки 2ИГ в не жестких стойках и кронштейнах.

Метрологические показатели индикатора ИГ 2 приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Метрологические показатели индикатора

Тип индикатора	Цена деления, мм	Пределы измерения, мм	Допускаемая погрешность, мкм, на участке шкалы от нулевого штриха в пределах	
			$\pm 30$ делений	Св. $\pm 30$ делений
ИГ 2	0,002	$\pm 0,1$	0,8	1,2

Методика измерения: контролируемая деталь установлена в патроне. Учитывая, что поверхность зажима и центральное отверстие, являющееся базовой поверхностью, обрабатывались с одной установки, принимаем биение между этими



поверхностями не значительным и не подлежащим учёту. Измерительную головку 3 вместе со штативом 4 и стойкой 5 перемещают до момента касания ее наконечника контролируемой поверхности детали в одном из ее крайних сечений. Перемещая измерительную головку в вертикальном направлении, создаем необходимый предварительный измерительный «натяг». После этого измерительную головку двигаем возвратно-поступательно в направлении, перпендикулярном оси контролируемой поверхности и фиксируем точку возврата стрелки отсчетного устройства измерительной головки. Далее деталь вращаем в патроне и определяют максимальное и минимальное показание измерительной головки за один оборот детали, а также алгебраическую разность этих показаний. Все то же самое проделываем в другом крайнем сечении контролируемой поверхности.

					ДП44.03.04.624 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

### 3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В экономической части проекта выполняется сравнение двух вариантов технологического процесса – базового и проектного, с целью определения, на сколько эффективны изменения в технологическом процессе с экономической точки зрения.

Используется метод сравнения себестоимости обработки по каждому из вариантов и определением (условно) годовой экономии после внедрения нового технологического процесса. Расчет проводится сначала для отдельных деталяеопераций, а затем затраты по рассматриваемым деталяеоперациям суммируются.

Краткий анализ недостатков технологии действующего производства (базового варианта).

Основным недостатком базового варианта является то, что не предусмотрено применение станков с ЧПУ. Следствием этого является задействование большего числа станочников, что связано с дополнительными затратами на заработную плату, также возрастают затраты на использование инструмента и приспособлений. Из-за частой смены технологических баз возрастает вероятность брака вследствие накапливания погрешностей обработки. Возникает необходимость частого осуществления контрольных операций.

#### 3.1. Определение потребности в оборудовании

Годовая программа выпуска полумуфты - 2000 шт.

Количество технологического оборудования рассчитывают по формуле:

$$q = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{вн} \cdot k_z \cdot 60}, \quad (35)$$

где  $t$  – штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N$  – годовая программа выпуска деталей, шт.;

$F_{об}$  – действительный фонд времени работы оборудования, ч;

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм времени (по данным предприятия  $k_{вн} = 1,1$ );

$k_з$  – коэффициент загрузки оборудования.

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитывается следующим образом:

$$F_{об} = F_{н} \cdot \left(1 - \frac{k_p}{100}\right), \quad (36)$$

где  $F_{н}$  – номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 117 – количество выходных и праздничных дней; 242 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_{н} = 242 \cdot 8 + 6 \cdot 7 = 1978 \text{ ч};$$

- при трёхсменной работе (обрабатывающий центр с ЧПУ):

$$F_{н} = 1978 \cdot 3 = 5934 \text{ ч}.$$

$k_p$  – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы. Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 2,0% рабочего времени универсального оборудования и 9,0% для обрабатывающего центра с ЧПУ.

$$F_o = 1978 \cdot (1 - 2/100) = 1938 \text{ ч}.$$

$$F_o = 5934 \cdot (1 - 9/100) = 5399 \text{ ч}.$$

### 3.1.1. Определение штучно-калькуляционного времени на каждую операцию

Штучно-калькуляционное время определяем по формуле:

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{нз}}}{n}, \quad (37)$$

Размер партии деталей одновременно запускаемых в производство  $n=23$  шт.

Определяем штучно-калькуляционное время для каждой операции базового варианта:

005 Токарная автоматная:

$$T_{\text{шк}005} = 13,05 \cdot 37 / 23 = 21 \text{ мин.}$$

010 Токарная автоматная:

$$T_{\text{шк}010} = 7,39 \cdot 37 / 23 = 11,8 \text{ мин.}$$

015 Агрегатно-сверлильная:

$$T_{\text{шк}015} = 0,75 \cdot 39 / 23 = 1,27 \text{ мин.}$$

020 Протяжная:

$$T_{\text{шк}020} = 3,53 \cdot 5 / 23 = 0,76 \text{ мин.}$$

Определяем штучно-калькуляционное время для каждой операции проектируемого варианта, в проектируемом варианте полная обработка детали выполняется с помощью двух операций.

005 Токарная автоматная с ЧПУ:

$$T_{\text{шк}005} = 7,65 \cdot 29,3 / 23 = 9,74 \text{ мин.}$$

Операция 010 Горизонтально-протяжная:

$$T_{\text{шк}010} = 3,49 \cdot 5 / 23 = 0,8 \text{ мин.}$$

### 3.1.2. Определение количества оборудования для базового и проектируемого вариантов

Для операции 005 и 010 токарная автоматная:

$$q = \frac{21 + 11,8 \cdot 2000}{1938 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 60} = 0,6 \approx 1 \text{ шт.}$$

Для операции 015 агрегатно-сверлильная:

$$q = \frac{1,27 \cdot 2000}{1938 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 60} = 0,02 \approx 1 \text{ шт.}$$

Для операции 020 протяжная:

$$q = \frac{0,76 \cdot 2000}{1938 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 60} = 0,01 \approx 1 \text{ шт.}$$

Для операции 005 токарная с ЧПУ:

$$q_p = \frac{9,74 \cdot 2000}{5399 \cdot 1,1 \cdot 0,09 \cdot 60} = 0,6 \approx 1 \text{ шт.}$$

Для операции 010 горизонтально-протяжная:

$$q_p = \frac{0,8 \cdot 2000}{1938 \cdot 1,1 \cdot 0,04 \cdot 60} = 0,3 \approx 1 \text{ шт.}$$

Таблица 15 - Потребное количество оборудования по операциям

№ операции	T <sub>шк</sub> , мин	N <sub>в</sub> , шт	F <sub>д</sub> , ч	C <sub>р</sub> , шт	C <sub>пр</sub> , шт	K <sub>з</sub>
005 010	32,8	2000	1938	0,6	1	0,6
015	1,07		1938	0,02	1	0,02
020	0,76		1938	0,01	1	0,01
005 с ЧПУ	9,74		5399	0,6	1	0,6
010 Г-П	0,8		1938	0,3	1	0,3

Определяем коэффициент загрузки оборудования по операциям:

$$K_z = \frac{C_p}{C_{пр}}, \quad (38)$$

где  $C_p$  – расчётное количество оборудования;  
 $C_{пр}$  – принятое количество оборудования.

### 3.2. Состав капитальных вложений

Капитальные вложения  $K$ , руб. определяем по формуле:

$$K = \sum K_{заг} + \sum K_{прг} + \sum K_{обр}, \quad (39)$$

где  $K_{обр}$  - капитальные вложения в оборудование, р.;

$K_{прг}$  - капитальные вложения в программное обеспечение, р.;

$K_{заг}$  - затраты на изготовление заготовки.

Исходя из того, что в базовом варианте обработка детали на имеющемся оборудовании имеет много недостатков, в проектном варианте принято приобрести 2 станка для обработки полумуфты: TAKISAWA EX-510 с ЧПУ и Станок 7Б55У.

Затраты на программное обеспечение. Затраты на программное обеспечение включаются в капитальные вложения в случае применения станков с ЧПУ. Затраты на подготовку и эксплуатацию управляющих программ определяются по формуле:

$$K_{прг} = K_{уп} \cdot K_z \cdot n, \quad (40)$$

где  $K_{уп}$  – стоимость одной управляющей программы,  $K_{уп} = 8000$  руб.;

$K_z$  – коэффициент, учитывающий потребности в восстановлении  $K_z = 1,1$

$n = 1$  количество операций для которых необходима программа;

$K_{прг} = 8000 * 1,1 * 1 = 8800$  руб.

Таблица 16 - Сводная ведомость оборудования

Наименование оборудования	Количество оборудования		Суммарная мощность, кВт		Стоимость одного станка, руб	Стоимость всего оборудования, руб	
	Баз. ТП	Проек. ТП	одно- го	всех	Цена	Базовый ТП	Проектный ТП
Токарно- винторезный автомат 1265ПМ-8	1	-	10	10	320000	320000	-
Токарно- винторезный автомат 1265ПМ-8	1	-	10	10	210000	210000	-
Агрегатно- сверлильный полуавтомат 243ВМФ2	1	-	2,2	2,2	95000	95000	-
Горизонтально- протяжной по- луавтомат 7А540	1	-	22	22	400000	400000	-
Токарный с ЧПУ. Станок TAKISAWA EX-510	-	1	6,3	6,3	2000000	-	1100000
Горизонтально- протяжной Ста- нок 7Б55У	-	1	20	20	285000	-	285000
Итого	4	2				1025000	1385000

Учитывая коэффициенты загрузки оборудования необходимые капиталовложения в проект равны:

$$K=660000+85500+8000=753500 \text{ руб.}$$

### 3.3. Расчет технологической себестоимости детали

Текущие затраты на обработку детали рассчитываются только по тем статьям затрат, которые изменяются в сравниваемых вариантах. В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле:

$$C = Z_m + Z_{зп} + Z_э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_{и} , \quad (41)$$

где  $Z_m$  – затраты на материалы, р.;

$Z_{зп}$  – затраты на заработную плату, р.;

$Z_э$  – зарплата на технологическую энергию, р.;

$Z_{об}$  – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

$Z_{осн}$  – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, р.;

$Z_{и}$  – затраты на малоценный инструмент, р.

#### 3.3.1. Затраты на материалы

Затраты на материалы равны затратам на заготовку:

$$Z_3 = (M_3 \times Q_3 - M_{отх} \times Q_{отх}) \times k_{тр} , \quad (42)$$

где  $M_3$  – вес заготовки,  $M_3 = 28,57$  кг;

$Q_3$  – цена за один килограмм материала заготовки,  $Q_3 = 51$  руб;

$M_{отх}$  – вес отходов,  $M_{отх} = 9$  кг;

$Q_{от}$  – цена за один килограмм отходов,  $Q_{от} = 14$  руб;

$k_{тр}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов,  $k_{тр} = 1,025$ .

тогда:

$$Z_3 = (28,57 \times 51 - 9 \times 14) \times 1,025 = 1358,1 \text{ р.}$$



### 3.3.2. Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих

При сдельной оплате труда заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{пр} = C_{т*}t*k_{мн} *k_{доп} *k_{есн} *k_p \quad (43)$$

где  $C_{т*}$  – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операцию, р.;

$t$  – штучно-калькуляционное время на операцию, ч;

$k_{мн}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,  $k_{мн} = 1$ ;

$k_{доп}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

$k_{доп} = 1,15$ ;

$k_{есн}$  – коэффициент, учитывающий единый социальный налог,  $k_{есн} = 1,26$ ;

$k_p$  - районный коэффициент,  $k_p = 1,15$

Таблица 17 - Часовые тарифные ставки по профессиям

Наименование профессии	Разряды			
	3	4	5	6
Токарь	218,4	245,6	274,5	307,3
Сверловщик	172,4	193,7	216,9	235,7
Оператор станков с ЧПУ	288,2	322,5	361,4	404,1

Численность станочников вычисляется по формуле:

$$Ч_{ст} = (t*N_{год} *k_{мн}) / (F_p *60), \quad (44)$$

где  $F_p$  – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего,

$F_p = 1952$  ч.;

$k_{мн}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,  $k_{мн} = 1$ ;

$t$  – штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска детали, шт;  $N_{год} = 2000$  шт.

Расчеты Зпр и Ч<sub>ст</sub> для базового техпроцесса:

005 Токарная автоматная:

$$Зпр = \frac{218,4 \cdot (21 + 11,8)}{60} \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1,26 \cdot 1,15 = 198,9 \text{ руб.}$$

$$Ч_{ст} = (21 + 11,8 \cdot 2000 \cdot 1) / (1952 \cdot 60) = 0,5 = 1 \text{ чел.}$$

015 Агрегатно-сверлильная:

$$Зпр = 172,4 \cdot 1,07 / 60 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1,26 \cdot 1,15 = 5,1 \text{ руб.}$$

$$Ч_{ст} = (1,07 \cdot 2000 \cdot 1) / (1952 \cdot 60) = 0,01 = 1 \text{ чел.}$$

020 Протяжная:

$$Зпр = 218,4 \cdot 0,76 / 60 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1,26 \cdot 1,15 = 4,6 \text{ руб.}$$

$$Ч_{ст} = (0,76 \cdot 2000 \cdot 1) / (1952 \cdot 60) = 0,01 = 1 \text{ чел.}$$

Расчеты Зпр и Ч<sub>ст</sub> для проектируемого техпроцесса:

005 Токарная с ЧПУ:

$$Зпр = 288,2 \cdot 9,74 / 60 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1,26 \cdot 1,15 = 69,6 \text{ руб.}$$

$$Ч_{ст} = (9,74 \cdot 2000 \cdot 1) / (1952 \cdot 60) = 0,2 = 1 \text{ чел.}$$

010 Горизонтально-протяжная:

$$Зпр = 218,4 \cdot 0,8 / 60 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1,26 \cdot 1,15 = 4,8 \text{ руб.}$$

$$Ч_{ст} = (0,8 \cdot 2000 \cdot 1) / (1952 \cdot 60) = 0,01 = 1 \text{ чел.}$$

Таблица 18 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Про-фессия	Раз-ряд	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуля-ционное время, мин	Заработная плата, р	Расчетная числен-ность ста-ночников, чел.
Токарная авто-матная	Токарь	3	218,4	32,8	198,9	0,5
Агрегатно-сверлильная	Свер-лов-щик	3	172,4	1,07	5,1	0,01

Окончание таблицы 18 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Протяжная	Токарь	3	218,4	0,76	4,6	0,01
Итого					208,6	0,52

Таблица 19 – Затраты на заработную плату станочников по проектному варианту

Наименование операции	Разряд	Профессия	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, мин	Заработная плата, р	Расчетная численность станочников, чел.
005 Токарная с ЧПУ	3	Оператор станков с ЧПУ	288,2	9,74	69,6	0,2
010 Горизонтально-протяжная	3	Токарь	218,4	0,8	4,8	0,01
Итого					74,4	0,21

### 3.3.3. Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты рассчитываем по формуле:

$$Z_{всп} = \frac{C_T^{всп} \cdot F_P \cdot \chi_{всп} \cdot k_{доп} \cdot k_{есн} \cdot k_P}{N_{год}}, \quad (45)$$

где  $F_p$  – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$$F_p = 1952 \text{ ч};$$

$N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска деталей,  $N_{\text{год}} = 2000$  шт.;

$K_{\text{есн}}$  – коэффициент, учитывающий единый социальный налог,

$$K_{\text{есн}} = 1,26;$$

$K_p$  – районный коэффициент,  $K_p = 1,15$ ;

$K_{\text{доп}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату;

$$K_{\text{доп}} = 1,23;$$

$C_T^{\text{всп}}$  – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности разряда, р.;

$Ч_{\text{всп}}$  – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, р.

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{q_p * n}{H}, \quad (46)$$

где  $q_p$  – расчетное количество оборудования;

$n$  – число смен работы оборудования,  $n = 1$ ;

$H$  – число станков, обслуживаемых одним наладчиком,  $H = 8$  шт.

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролеров – 7% от числа станочников.

Рассчитаем  $З_{\text{пр}}$  и численность вспомогательных рабочих для базового технологического процесса.

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{0,72 * 1}{8} = 0,09 \text{ чел.}$$

$$Ч_{\text{транс}} = 0,72 * 0,05 = 0,036 \text{ чел.}$$

$$Ч_{\text{контр}} = 0,72 * 0,07 = 0,05 \text{ чел.}$$

$$З_{\text{нал.}} = \frac{218 \cdot 1952 \cdot 0,09 \cdot 1,23 \cdot 1,26 \cdot 1,2}{2000} = 29,7 \text{ р.}$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{90 \cdot 1952 \cdot 0,036 \cdot 1,23 \cdot 1,26 \cdot 1,2}{2000} = 5,9 \text{ р.}$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{123 \cdot 1952 \cdot 0,05 \cdot 1,23 \cdot 1,26 \cdot 1,2}{2000} = 11,2 \text{ р.}$$

Рассчитаем Зпр и численность вспомогательных рабочих для проектируемого процесса.

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{0,4 \cdot 1}{8} = 0,05 \text{ чел.}$$

$$Ч_{\text{транс}} = 0,4 \cdot 0,05 = 0,02 \text{ чел.}$$

$$Ч_{\text{контр}} = 0,4 \cdot 0,07 = 0,028 \text{ чел.}$$

$$З_{\text{нал}} = \frac{218 \cdot 1952 \cdot 0,05 \cdot 1,23 \cdot 1,26 \cdot 1,2}{2000} = 19,8 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{транс}} = \frac{90 \cdot 1952 \cdot 0,02 \cdot 1,23 \cdot 1,26 \cdot 1,2}{2000} = 3,3 \text{ р.}$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{123 \cdot 1952 \cdot 0,028 \cdot 1,23 \cdot 1,26 \cdot 1,2}{2000} = 6,3 \text{ р.}$$

Таблица 20 - Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Расчетная численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Наладчик	218	0,09	29,7
Транспортный рабочий	90	0,036	5,9
Контролер	123	0,05	11,2
Итого		0,176	46,8

Таблица 21 - Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проект-  
ному варианту

Специальность ра- бочего	Часовая та- рифная ставка, р.	Расчетная численность, чел.	Затраты на изго- товление одной детали, р.
Наладчик	218	0,05	19,8
Транспортный ра- бочий	90	0,02	3,3
Контролер	123	0,028	6,3
Итого		0,098	29,4

### 3.3.4. Затраты на электроэнергию

$$З_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{вн}} \cdot Ц_э \quad (47)$$

где  $N_y$  – установленная мощность главного электродвигателя, кВт;

$k_N$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, 0,3;

$k_{вр}$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, 0,5;

$k_{о,д}$  – средний коэффициент одновременности работы всех электродвига-  
телей станка ( $k_{о,д} = 1$ );

$k_w$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети  
завода (1,04);

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм времени на операциях технологиче-  
ского процесса 1,15;

$\eta$  – коэффициент полезного действия металлорежущего оборудования (при-  
нимается по паспорту оборудования) 0,9;

$C_3 = 6,38$  руб. – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии.

Таблица 22 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на электроэнергию, р.
Токарно-винторезный автомат 1265ПМ-8	10	21	3,4
Токарно-винторезный автомат 1265ПМ-8	10	11,8	1,9
Агрегатно-сверлильный полуавтомат 243ВМФ2	2,2	1,07	0,04
Горизонтально-протяжной полуавтомат 7А540	22	0,76	0,3
Итого			5,64

Таблица 23 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на электроэнергию, р.
Токарный с ЧПУ. Станок TAKISAWA EX-510	6,3	9,74	1,0

Окончание таблицы 23 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Горизонтально-протяжной Станок 7Б55У	20	0,8	0,3
Итого			1,3

### 3.3.5. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (48)$$

где  $C_{рем}$  – затраты на ремонт технологического оборудования, р.;

$C_{ам}$  – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, р.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_z \cdot k_{вн} \cdot 60}, \quad (49)$$

где  $Ц_{об}$  – цена единицы оборудования, р.;

$H_{ам}$  – норма амортизационных отчислений,  $H_{ам} = 7\%$ ;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{об}$  – годовой действительный фонд работы оборудования;



$k_3$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования,  $k_3 = 0,85$ ;

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм,  $k_{вн} = 1,02$ .

Затраты на текущий ремонт оборудования можно определить укрупненным расчетом по примерным нормам затрат на ремонт от стоимости оборудования. Затраты на ремонт 1,5%.

Таблица 24 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по базовому варианту

Модель	Стоимость, тыс. руб.	Кол., шт.	Норма амортиз. отчислений, %	Штучно-кальк. время, мин.	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
Токарно-винторезный автомат 1265ПМ-8	320	1	7	21	4,7	1,0
Токарно-винторезный автомат 1265ПМ-8	210	1	7	11,8	1,7	0,4
Агрегатно-сверлильный полуавтомат 243ВМФ2	95	1	7	1,07	0,1	0,02
Горизонтально-протяжной полуавтомат 7А540	400	1	7	0,76	0,2	0,05
				Итого:	6,7	1,4

$$Зоб=6,7+1,4=8,1 \text{ руб.}$$

Таблица 25 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по проектному варианту

Модель	Стоимость, тыс. руб.	Кол., шт.	Норма аморти. отчислений, %	Штучно-кальк. время, мин	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
Токарный с ЧПУ. Станок TAKISAWA EX-510	1100	1	7	9,74	7,4	1,6
Горизонтально-протяжной Станок 7Б55У	285	1	7	0,8	0,2	0,03
				Итого:	7,6	1,63

$$З_{об} = 7,6 + 1,63 = 9,23 \text{ руб.}$$

### 3.3.6. Определение затрат на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента рассчитывают по формуле:

$$C_n = \frac{(C_n + P_n) * T_o * K_{уб}}{60 * T_{ст} * (h + 1)}, \quad (50)$$

где  $C_n$  - цена инструмента, руб.;

$P_n$  - затраты на все переточки, руб., принимаем 15% от стоимости инструмента;

$T_o$  - основное время операции, мин.;

$K_{уб}$  - коэффициент случайной убыли инструмента, из справочной литературы;

$T_{ст}$  - период стойкости инструмента между переточками, час, из справочной литературы;

$h$  - число переточек инструмента до полного износа, по справочным данным.

Определим затраты на эксплуатацию инструмента для каждой операции базового процесса:

005 Токарная автоматная:  $C_n=0,84$  руб.

010 Токарная автоматная:  $C_n=0,06$  руб.

015 Агрегатно-сверлильная:  $C_n=0,005$  руб.

020 Протяжная:  $C_n=0,008$  руб.

Затраты на эксплуатацию инструмента для базового процесса по всем операциям  $C_n=0,91$  руб.

Определим затраты на эксплуатацию инструмента для проектируемого процесса:

005 Токарная с ЧПУ:  $C_n=0,76$  руб.

020 Горизонтально-протяжная:  $C_n=0,009$  руб.

Затраты на эксплуатацию инструмента для проектируемого процесса по всем операциям  $C_n=0,77$  руб.

### 3.3.7. Затраты на эксплуатацию приспособлений

Данные затраты определяются по формуле:

$$C_p = \frac{(Ц_{пр} + Р_{пр}) * T_{шт}}{60 * T_{сл} * F_o * K_{зо}}, \quad (51)$$

где  $Ц_{пр}$  - цена приспособления в рублях;

$Р_{пр}$  - среднегодовые затраты на текущий ремонт приспособлений в рублях, для среднесерийного производства принимаем 5% от стоимости приспособления;

$T_{\text{сл}}$  - срок службы приспособления в годах, ориентировочно можно в расчетах принять 5 лет;

$K_{\text{зо}}$  - нормативный коэффициент загрузки оборудования, принимается 0,8 для среднесерийного производства.

Определим затраты на эксплуатацию приспособления для базового варианта:

005 Токарная автоматная:  $C_p = \frac{(200+10) \cdot 21}{60 \cdot 5 \cdot 1938 \cdot 0,8} = 0,009 \text{ руб.}$

010 Токарная автоматная:  $C_p = 0,02 \text{ руб.}$

015 Агрегатно-сверлильная:  $C_p = 0,0014 \text{ руб.}$

020 Протяжная:  $C_p = 0,0013 \text{ руб.}$

Итого  $C_p = 0,032 \text{ руб.}$

Затраты на приспособления для станка с ЧПУ равняются 0, так как специального приспособления не требуется.

020 Горизонтально-протяжная:  $C_p = 0,0014 \text{ руб.}$

Итого  $C_p = 0,0014 \text{ руб.}$

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали представлены в таблице 26.

Таблица 26 – Технологическая себестоимость обработки детали, руб.

Статья затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
Заработная плата основных рабочих с начислениями	208,6	74,4
Заработная плата вспомогательных рабочих с начислениями	46,8	29,4

Окончание таблицы 26 – Технологическая себестоимость обработки детали, руб.

Затраты на электроэнергию	5,64	1,3
Затраты на содержание и ремонт оборудования	8,1	9,23
Затраты на инструмент	0,91	0,77
Затраты на эксплуатацию приспособлений	0,032	0,0014
Итого	270,1	115,1

### 3.4. Определение годовой экономии от изменения техпроцесса

Одним из важных показателей экономического эффекта от спроектированного варианта технологического процесса является годовая экономия, полученная в результате снижения себестоимости:

$$\text{Эгод} = (C_{\text{б}} - C_{\text{пр}}) \times N_{\text{год}}, \quad (52)$$

где  $C_{\text{б}}$ ;  $C_{\text{пр}}$  – технологическая себестоимость одной детали по базовому и проектируемому вариантам соответственно, р.;

$N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска деталей, шт.;

$$\text{Э}_{\text{год}} = (1628,2 - 1473,2) \times 2000 = 310000 \text{ руб.}$$

Определим производительность труда:

$$B = \frac{F_p \cdot k_{\text{вн}} \cdot 60}{t_{\text{оч}}}, \quad (53)$$

где  $F_p$  – действительный фонд времени работы одного рабочего, ч;

$k_{\text{вн}}$  – коэффициент выполнения норм;

$t_{\text{оч}}$  – штучно-калькуляционное время всех операций.

Производительность труда в базовом техпроцессе:

$$B = \frac{1952 \cdot 1,1 \cdot 60}{34,63} = 3720 \text{ шт/год.}$$

Производительность труда в проектируемом техпроцессе:

$$B = \frac{1952 \cdot 1,1 \cdot 60}{10,54} = 12223 \text{ шт/год.}$$

Рост производительности труда:

$$\Delta B = \frac{B_{\text{пр}} - B_{\text{ср}}}{B_{\text{ср}}} \cdot 100\%, \quad (54)$$

где  $B_{\text{пр}}$ ,  $B_{\text{ср}}$  – производительность труда соответственно проектируемого и сравниваемого вариантов.

$$\Delta B = \frac{12223 - 3720}{3720} \cdot 100 = 228,5\%$$

Технико-экономические показатели проекта приведены в таблице 27.

Таблица 27 – Технико-экономические показатели проекта

Наименование показателя	Сравниваемый вариант	Проектируемый вариант	Изменение показателя
Годовой выпуск деталей, шт.	2000	2000	-
Трудоемкость годового объема выпуска, н/ч	1154,3	351	-802,9
Количество видов оборудования, шт.	3	2	-1
Стоимость оборудования, руб.	1025000	1385000	+360000
Капитальные вложения, руб	323900	753500	+429600
Затраты на годовой выпуск деталей, руб.	3256,400	2946,400	-310,000

Окончание таблицы 27 – Техничко-экономические показатели проекта

Техническая себестоимость обработки детали, руб.	1628,2	1473,2	-155
Рост производительности труда, %	100	328,5	+228,5

Единовременные затраты в проектируемый технологический процесс превышают годовой экономический эффект, поэтому срок окупаемости инвестиций определим по формуле:

$$T = \frac{k}{\Delta_r}, \quad (55)$$

где  $k$  - затраты на модернизацию, руб.;

$$T = 753500 / 310000 = 2,4 \text{ лет.}$$

### ВЫВОД:

Изменение технологического процесса, а именно, использование многоцелевого станка с ЧПУ, позволило снизить себестоимость обработки детали, сократить производственный цикл, повысить качество обработки. Необходимые инвестиции в проект окупятся через 2,4 года. Поэтому можно сказать, что спроектированный технологический процесс является более эффективным по сравнению с базовым.

## 4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1. Обоснование методической разработки

Тема дипломного проекта «Совершенствование технологического процесса обработки детали «Полумуфта». На предприятии внедряется прогрессивное, высокопроизводительное оборудование, такое, как станки с программным управлением, обрабатывающие центры. Внедрение станков с ЧПУ является одним из главных направлений автоматизации производства. Обрабатывающие центры сочетают гибкость универсального оборудования с точностью и производительностью станка-автомата.

В результате внедрения обрабатывающих центров происходит повышение производительности труда, создаются условия для многостаночного обслуживания, сокращаются сроки изготовления деталей, упрощается переход на новый вид изделия вследствие заблаговременной подготовки программы, что имеет большое значение в условиях рыночной экономики. На обрабатывающих центрах целесообразно изготавливать детали сложной конфигурации, при обработке которых необходимо перемещение рабочих органов по нескольким координатам одновременно, а также детали с большим количеством переходов обработки. На этих станках можно изготавливать детали, конструкция которых часто видоизменяется.

В связи с внедрением нового оборудования необходима переподготовка рабочих по профессии «Токарь – универсал» 4 разряда на профессию «Оператор - наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» третьего разряда. В методической части дипломного проекта необходимо рассмотреть переподготовку рабочих на новое оборудование, следовательно, целью методической части является анализ профессионального стандарта профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», учебно-программной документации и разработка урока для переподготовки рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров



с ЧПУ», обслуживающих обрабатывающие центры с ЧПУ модели TAKISAWA EX - 510.

Чтобы решить поставленную цель необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать профессиональный стандарт по профессии «Оператор - наладчик обрабатывающих центров»;
- разработать учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор - наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в условиях учебного класса ОАО «АМЗ Вентпром»;
- разработать план проведения учебных занятий по теме «Программирование станков с ЧПУ и обрабатывающих центров» - разработать план урока и методическое обеспечение урока по теме «Программирование станков с ЧПУ и обрабатывающих центров».

#### 4.2. Описание условий обучения

Переподготовка и повышение квалификации рабочих предприятия будет проводиться на базе учебного класса предприятия ОАО «АМЗ Вентпром». В дипломном проекте рассматривается вопрос усовершенствования технологического процесса обработки детали «Полумуфта». Совершенствование технологического процесса осуществляется за счет приобретения и установки обрабатывающего центра TAKISAWA EX - 510. Предприятие - разработчик данного обрабатывающего центра предлагает свои услуги по переподготовке рабочих для работы на данном станке. Поэтому было принято следующее решение: заключить с предприятием разработчиком обрабатывающего центра договор об оказании платных образовательных услуг, разработать учебный план обучения операторов – наладчиков обрабатывающего центра. Теоретический курс обучения провести на базе учебного класса предприятия. После теоретического курса обучения рабочие проходившие переподготовку проходят производственное обучение на своем

					ДП44.03.04.624 ПЗ	Лист
						88
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

предприятия. По окончании курса обучения выдаются удостоверения установленного образца.

#### 4.3. Анализ профессионального стандарта по профессии «Токарь - универсал»

Анализ содержания профессиональной деятельности токаря-расточника был проведен с использованием профессионального стандарта «Токарь-универсал», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 25 декабря 2014г. № 1128н.

В соответствии с профессиональным стандартом требования к рабочему по профессии «Токарь-универсал» 4 разряда представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Анализ обобщенной трудовой функции

Наименование	Токарная обработка и доводка сложных деталей по 7 - 10 квалитетам на универсальных токарных станках, в том числе на крупногабаритных и многосуппортных	Код	С	Уровень квал-фикации	4
Возможные наименования должностей	Токарь 4-го разряда				
Требования к образованию и обучению	Среднее профессиональное образование - программы подготовки квалифицированных рабочих Дополнительные профессиональные программы - программы повышения квалификации, программы профессиональной переподготовки				
Требования к опыту практической работы	Опыт работы токарем 3-го разряда не менее двух месяцев				

## Окончание таблицы 28 – Анализ обобщенной трудовой функции

Особые условия допуска к работе	При необходимости использования грузоподъемного оборудования для установки и снятия деталей необходимо прохождение инструктажа по выполнению работ с использованием стропального оборудования, с отметкой о периодическом (или внеочередном) прохождении проверок знаний производственных инструкций Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в порядке, установленном законодательством Российской Федерации
---------------------------------	--

Трудовая функция «Токарная обработка и доводка сложных деталей по 7 - 10 квалитетам на универсальных токарных станках, в том числе на крупногабаритных и многосуппортных» имеет код С/01.4 - С/02.4 и принадлежит четвертому уровню квалификации. В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции, представленные в таблице 29.

Таблица 29 - Трудовые функции

Подготовка оборудования, оснастки, инструментов, рабочего места и токарная обработка заготовок с точностью 7 - 10 квалитет	С/01.4
Контроль параметров сложных деталей с помощью контрольно-измерительных инструментов и приборов, обеспечивающих погрешность не ниже 0,01 мм, и калибров	С/02.4

Выбрана трудовая функция С/01.4 «Подготовка оборудования, оснастки, инструментов, рабочего места и токарная обработка заготовок с точностью 7 - 10 квалитет», ее анализ приведен в таблице 30.

Таблица 30 - Анализ трудовой функции С/01.4

Наименование	Подготовка оборудования, оснастки, инструментов, рабочего места и токарная обработка заготовок с точностью 7 - 10 квалитет	Код	С/01.4	Уровень (подуровень) квалификации	4
1	2				
Трудовые действия	Контроль параметров сложных деталей с помощью контрольно-измерительных инструментов и приборов, обеспечивающих погрешность не ниже 0,01 мм, и калибров				
	Оценка параметров шероховатости и обработанной поверхности органолептическим методом				
Необходимые умения	Производить контрольные измерения профилей и конфигураций средней сложности с использованием контрольно-измерительных инструментов и приборов, обеспечивающих погрешность не ниже 0,01 мм, и калибров				
Необходимые знания	Устройство, назначение и правила применения контрольно-измерительных инструментов и приборов, обеспечивающих погрешность не ниже 0,01 мм, и калибров				
Другие характеристики					

#### 4.4. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Внедрение профессиональных стандартов на предприятиях требует и переподготовку слушателей вести согласно этим требованиям, для этого необходимо проанализировать профессиональный стандарт по профессии «Оператор - наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ». Профессиональный стандарта «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 4 августа 2014г. № 530н. Согласно профессиональному стандарту в таблице 4.4 приведем описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ.

Таблица 31 – Описание трудовых функций, входящий в профессиональный стандарт

Обобщенные трудовые функции		Трудовые функции		
Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам	A\01.2	2
		Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	A\02.2	2
		Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	A\03.2	2
		Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	A\04.2	2
		Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	A\05.2	2
		Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	A\07.2	2

Окончание таблицы 31 – Описание трудовых функций, входящий в профессиональный стандарт

Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	В\01.3	3
		Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	В\02.3	3
		Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	В\03.3	3
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	В\04.3	3
Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С\01.4	4
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С\02.4	4

Рассмотрим подробно одну из обобщенных трудовых функций – «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинирован-

ного их крепления; обработка деталей средней сложности», уровень квалификации – 3, код – В.

Возможные наименования должностей по данной обобщенной трудовой функции:

- Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд);
- Оператор обрабатывающих центров (5-й разряд);
- Оператор-наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд);
- Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации;
- Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации;
- Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации.

Согласно профессиональному стандарту, к оператору-наладчику обрабатывающих центров с числовым программным управлением предъявляются следующие требования:

Таблица 32 – Описание трудовых функций, входящий в профессиональный стандарт

Требования к образованию и обучению	среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих);
Требования к опыту практической работы	не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке. Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте.

Профессиональный стандарт для обобщенной трудовой функции «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным

управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности» предусматривает следующие трудовые функции, которые должен выполнять оператор-наладчик 3 разряда:

- Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам;
- Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ);
- Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях;
- Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам. Рассмотрим трудовую функцию - Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ), код - В/02.3, подуровень квалификации - 3.

Таблица 33 - Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)

Трудовые действия	Корректировка чертежа изготавливаемой детали
	Выбор технологических операций и переходов обработки
	Выбор инструмента
	Расчет режимов резания
	Определение координат опорных точек контура детали
	Составление управляющей программы
Необходимые умения	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
	Изменять параметры стойки ЧПУ станка
	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей
Необходимые знания	Органы управления и стойки ЧПУ станка
	Режимы работы стойки ЧПУ
	Системы графического программирования



Окончание таблицы 33 - Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)

	Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с международными стандартами
Другие характеристики	—

4.5. Разработка учебного плана переподготовки рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Программа переподготовки рабочих включает в себя теоретическое и производственное обучение. Всего на обучение отведено 144 часа, из них на производственное обучение отведено 72 часа. Программа включает в себя изучение резание металлов и режущего инструмента, основы программирования и устройство обрабатывающего центра TAKISAWA EX - 510, наладку и настройку станка. Срок обучения – 3 недели, т.к. обучение проводится без отрыва от производства. После теоретического обучения рабочие на предприятии проходят производственное обучение, выполняют пробную работу. На основании сдачи квалификационного экзамена по теории, пробной работы и заключения с места работы им выдается удостоверение с присвоенным разрядом.

*Учебно-тематический план переподготовки рабочих по какой профессии Токарь 4 разряда на профессию «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»*

Профессия – Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ. Квалификация - 3-ий разряд.

Срок обучения - 3 недели.

Таблица 34 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии Токарь 4 разряда на профессию оператор -наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

№ п/п	Наименование тем	Всего часов	В том числе		Форма контроля
			Теоретическое обучение	Практическое обучение	
1	2	3	4	5	6
1.	Инструктаж по охране труда на станках с ЧПУ и пожарная безопасность	4	4	-	
3.	Резание металлов и режущий инструмент на станках с ЧПУ	12	8	4	Расчет и подбор режущего инструмента
5.	Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ	14	6	8	Разработка УП на обработку детали
6.	Устройство обрабатывающих центров (на примере станка TAKISAWA EX - 510)	10	6	4	Работа с органами управления станка
7.	Наладка обрабатывающих центров с ЧПУ	8	4	4	Поиск неисправности и наладка станка
8.	Производственное обучение	56	-	56	Зачет
9.	Квалификационный экзамен	4	4		Экзамен
	ИТОГО:	108	32	76	

Сравним разработанный учебно-тематический план с требованиями профессионального стандарта «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ, данный сравнения сведем в таблицу 35.

Таблица 35 – Сравнения учебно-тематического плана с требованиями профессионального стандарта

Учебно – тематический план	Профессиональный стандарт
Инструктаж по охране труда на станках с ЧПУ и пожарная безопасность	Органы управления и стойки ЧПУ станка
	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)

Окончание таблицы 35 – Сравнения учебно-тематического плана с требованиями профессионального стандарта

Резание металлов и режущий инструмент на станках с ЧПУ	Выбор инструмента
	Расчет режимов резания
Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ	Определение координат опорных точек контура детали
	Составление управляющей программы
	Системы графического программирования
	Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с международными стандартами
Устройство обрабатывающих центров (на примере станка TAKISAWA EX - 510)	Органы управления и стойки ЧПУ станка
	Изменять параметры стойки ЧПУ станка
Наладка обрабатывающих центров с ЧПУ	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
	Режимы работы стойки с ЧПУ
	Изменять параметры стойки ЧПУ станка
Производственное обучение	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
	Составление управляющей программы
	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей

Для разработки методической части дипломного проекта выберем тему «Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ».

Данная тема изучается в течение 12 часов, из них 4 часа практических занятий.

#### 4.6. Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ»

Целью изучения темы «Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ» является:

- углубить знание у слушателей об программировании станков с ЧПУ и обрабатывающих центров с ЧПУ;
- развить умения и навыки разработки управляющих программ и их корректировки.

Содержание темы «Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ» приведено в таблице 36.

Таблица 36 - Содержание темы «Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ»

№ п\п	Тема занятия	Виды занятий	
		Теоретические	Практические
1	Коды стоек ЧПУ. G и M функции.	2	
2	Определение координат опорных точек контура детали. Системы графического программирования	2	
3	Разработка управляющей программы	2	8
	Всего часов	6	8

Таблица 37 - Перспективно-тематический план изучения темы «Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ»

№ занятия	Тема занятия	Цели занятия	Методы обучения	Средства обучения	Форма организации
-----------	--------------	--------------	-----------------	-------------------	-------------------

Продолжение таблицы 37 - Перспективно-тематический план изучения темы  
«Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ»

1. (2 часа)	Коды стоек ЧПУ. G и M функции.	<p>Образовательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сформировывать у обучаемых понятие о структуре УП;</li> <li>- сформировывать у обучаемых понятие о программировании с помощью G и M - функций</li> </ul> <p>Воспитательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- воспитывать культуру общения, культуру речи (в том числе с использованием специальной предметной терминологии).</li> </ul> <p>Развивающие: развивать профессиональный интерес и технический кругозор</p>	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (слайды презентации).	Презентация	Фронтальная
2. (2 часа)	Определение координат опорных точек контура детали. Системы графического программирования	<p>Образовательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сформировывать у обучаемых понятие об опорных точках контура детали;</li> <li>- сформировывать у обучаемых знания о способах графического программирования деталей:</li> </ul> <p>Воспитательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>воспитывать культуру общения, культуру речи (в том числе с использованием специальной предметной терминологии).</li> </ul> <p>Развивающие: развивать профессиональный интерес и технический кругозор</p>	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (слайды презентации, видеоролик).	Презентация, видеоролик	Фронтальная

Окончание таблицы 37 - Перспективно-тематический план изучения темы «Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ»

Разработка управляющей программы	<p>Образовательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- научить обучаемых разработке УП для программирования детали;</li> </ul> <p>Воспитательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>воспитывать культуру общения, культуру речи (в том числе с использованием специальной предметной терминологии).</li> </ul> <p>Развивающие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>развивать профессиональный интерес и технический кругозор</li> </ul>	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (слайды презентации, тренажер стойки с ЧПУ)	Презентация, тренажер стойки	Фронтальная
----------------------------------	---	---	------------------------------	-------------

4.7. Разработка плана проведения занятия по теме «Разработка управляющих программ обработки деталей на токарных станках с ЧПУ»

Цели урока:

*Образовательные:*

- Обучение применению специальных команд, используемых при написании управляющих программ для станков с ЧПУ.
- Обучение составлению управляющей программы для обработки деталей на токарных станках с ЧПУ.
- Систематизация и обобщение полученных знаний.

*Развивающие:*

- Развитие познавательного, логического и аналитического мышления студентов.
- Развитие профессиональной самостоятельности и творческого поиска в ходе выполнения самостоятельных заданий.

*Воспитательные:*

- Воспитания информационной культуры учащихся: внимательность, аккуратность, дисциплинированность.
- Воспитание профессиональных навыков и умений пользоваться профессиональной терминологией.

*Методические:*

- Активизация деятельности учащихся на уроке посредством использования нетрадиционных форм проведения урока и внедрения инновационных технологий в учебном процессе.

Тип урока: комбинированный.

Вид урока: традиционный.

Средства обучения:

- Персональный компьютер;
- Интерактивная аудиторная доска прямой проекции;
- Мультимедийный проектор;
- Учебная система CNCplus Training для токарных станков с ЧПУ;
- Бланки с практическими заданиями;
- Электронный учебник по программированию для автоматизированного оборудования;
- Лабораторный станок с ЧПУ TAKISAWA EX - 510.

*Методические приемы:*

- Индивидуальные и коллективные задания студентам;
- Работа на персональном компьютере;
- Работа с индивидуальными заданиями;
- Взаимопроверка полученных знаний;
- Самостоятельная работа;
- Работа со станком с ЧПУ.

Таблица 38 – Разработка плана проведения занятия

	Этапы работы	Время	Содержание этапа
1.	<p>Организационный момент, включающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• постановку цели, которая должна быть достигнута учащимися на данном этапе урока;</li> <li>• определение цели, которую педагог хочет достичь на данном этапе урока;</li> <li>• описание методов организации работы учащихся на начальном этапе урока, настроя учащихся на учебную деятельность, предмет и тему урока.</li> </ul>	2 мин	<p>Организационный момент:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Цель, которая должна быть достигнута обучающимися: <ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающиеся демонстрируют готовность к уроку.</li> </ul> </li> <li>• Цель, которую хочет достичь педагог: <ul style="list-style-type: none"> <li>- готовность к эффективному проведению занятия.</li> </ul> </li> <li>• Методы организации работы обучающихся на учебную деятельность: <ul style="list-style-type: none"> <li>- доклад старосты, проверка наличия письменных принадлежностей и конспектов, организация внимания.</li> </ul> </li> </ul>



Продолжение таблицы 38 – Разработка плана проведения занятия

2.	<p>Опрос учащихся по заданному на дом материалу и актуализация знаний для изучения нового учебного материала:</p> <p>включающие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• определение цели, которую педагог ставит перед учащимися на данном этапе урока;</li> <li>• определение цели, которую педагог хочет достичь на данном этапе урока;</li> <li>• описание методов, способствующих решению поставленной цели;</li> <li>• описание критериев достижения цели данного этапа урока;</li> <li>• определение возможных действий педагога в случае, если ему или учащимся не удастся достичь поставленной цели;</li> </ul>	9 мин	<p>Опрос учащихся по заданному на дом материалу и актуализация знаний для изучения нового учебного материала:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Цель, которую педагог ставит перед обучающимися: <ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрировать качество и полноту усвоенного учебного материала, изученного по данной теме;</li> <li>-закрепить и систематизировать полученные знания;</li> <li>-научиться пользоваться профессиональной терминологией.</li> </ul> </li> <li>• Цель, которую педагог хочет достичь: <ul style="list-style-type: none"> <li>- определить качество и полноту усвоенного материала по данной теме, наличие пробелов в знаниях;</li> <li>- акцентировать внимание на самых важных моментах;</li> <li>- дать возможность познакомиться с материалом, пропустившим данную тему, с целью усвоения нового материала.</li> </ul> </li> <li>• Методы, способствующие решению поставленной цели: <ul style="list-style-type: none"> <li>- устный опрос с элементами беседы;</li> <li>-выполнение заданий у доски;</li> <li>-технический диктант;</li> <li>-взаимопроверка полученных знаний.</li> </ul> </li> <li>• Критерии достижения цели данного этапа урока: <ul style="list-style-type: none"> <li>-активность обучающихся при демонстрации желания отвечать;</li> <li>-скорость ответов обучающихся;</li> <li>-четкость изложения материала обучающимися.</li> </ul> </li> <li>• Возможные действия педагога в случае, если ему или обучающимся не удастся достичь поставленной цели: <ul style="list-style-type: none"> <li>-разрешение пользоваться конспектами для воспроизведения материала;</li> <li>-кратко изложить основные положения самому преподавателю, а учащимся сказать о том, что усвоение пройденного материала будет проверено в ходе дальнейшего контроля.</li> <li>-предложить посетить консультацию.</li> </ul> </li> <li>• Методы мотивирования (стимулирования) учебной активности обучающихся в ходе опроса: <ul style="list-style-type: none"> <li>-эмоциональное стимулирование, создание ситуации успеха;</li> <li>-поощрение, похвала;</li> <li>-формирование личностной значимости.</li> </ul> </li> </ul>
----	---	-------	--

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

	<ul style="list-style-type: none"> <li>описание методов организации совместной деятельности учащихся с учетом особенностей группы, с которой работает педагог;</li> <li>описание методов мотивирования (стимулирования) учебной активности учащихся в ходе опроса;</li> <li>описание методов и критериев оценивания ответов учащихся в ходе опроса.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Методы и критерии ответов обучающихся: <ul style="list-style-type: none"> <li>-оценка уровня усвоения через устное воспроизведение;</li> <li>-понимание смысла заданного вопроса;</li> <li>-узнавание терминов и понятий;</li> <li>-знание основных кодов для программирования токарного станка с ЧПУ;</li> <li>-умение расшифровывать управляющую программу для токарного станка с ЧПУ;</li> <li>-свободное владение терминами и определениями по теме.</li> </ul> </li> </ul> <p>Вступительное слово преподавателя:</p> <p>Сегодня мы с вами продолжаем изучать одну из важнейших тем по программированию автоматизированного оборудования – «Программирование обработки деталей на токарных станках с ЧПУ». Современный этап развития машиностроения характеризуется повышением степени автоматизации производства и использованием все более современных технологий и оборудования. Токарные станки с ЧПУ очень широко применяются в современном машиностроительном производстве. Вам как будущим специалистам в области обработки материалов, необходимо знать, принципы программирования токарных станков с ЧПУ, уметь писать и понимать управляющие программы. Для наиболее эффективной проверки полученных знаний вам будет предложен ряд практических заданий по составлению программ для токарных станков с ЧПУ, после выполнения. У каждого из вас на столе есть бланк с заданиями, которые вы заполните в течение урока. Проверьте, у всех они есть на столе?</p>
--	--	--	--

Продолжение таблицы 38 – Разработка плана проведения занятия

3.	<p>Изучение нового учебного материала. Данный этап предполагает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• постановку конкретной учебной цели перед учащимися (какой результат должен быть достигнут учащимися на данном этапе урока;</li> <li>• определение цели, которую ставит перед собой педагог на данном этапе урока;</li> <li>• изложение основных положений нового учебного материала, который должен быть освоен учащимися;</li> <li>• описание форм и методов изложения нового учебного материала;</li> <li>• описание основных форм и методов организации индивидуальной и групповой дея-</li> </ul>	5 мин	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Цель, которую педагог ставит перед обучающимися: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Научить применять специальные команды, использующиеся при написании управляющих программ для станков с ЧПУ.</li> <li>- Обучить составлению управляющей программы для обработки деталей на токарных станках с ЧПУ.</li> </ul> </li> <li>• Цель, которую педагог хочет достичь: <p>дать учащимся конкретное представление о правилах программирования токарных станков с ЧПУ, основных кодов для разработки управляющих программ; добиться от учащихся восприятия, осознания первичного обобщения и систематизации новых знаний, усвоения способов, путей, средств, которые привели к данному обобщению; на основе приобретаемых знаний вырабатывать соответствующие умения и навыки.</p> </li> <li>• Изложение основных положений нового учебного материала, который должен быть освоен учащимися: <p>Управляющая программа для токарных станков с ЧПУ является упорядоченным набором команд, при помощи которых определяются перемещения исполнительных органов станка и различные вспомогательные функции. Любая программа обработки состоит из некоторого количества строк, которые называются кадрами УП. Кадр управляющей программы – составная часть УП, вводимая и отрабатываемая как единое целое и содержащая не менее одной команды. Система ЧПУ считывает и выполняет программу кадр за кадром. Схематично любую УП можно представить в виде следующих областей:</p> <p style="text-align: center;">Начало программы (шапка)  Вызов первого инструмента  Основная часть УП – рабочие перемещения  Смена инструмента  Основная часть УП – рабочие перемещения  Конец программы (шапка)</p> </li> <li>• Описание форм и методов изложения нового учебного материала: <ul style="list-style-type: none"> <li>- объяснение, беседа с использованием презентации, работа с учебником, постановка проблемы урока, её обсуждение.</li> </ul> </li> <li>• Описание основных форм и методов организа-</li> </ul>
----	---	-------	--

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

	<p>тельности учащихся (воспитанников) с учетом особенностей класса (группы), в котором(ой) работает педагог;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• описание критериев определения уровня внимания и интереса учащихся (воспитанников) к излагаемому педагогом учебному материалу;</li> <li>• описание методов мотивирования (стимулирования) учебной активности учащихся в ходе освоения нового учебного материала.</li> </ul>		<p>ции индивидуальной и групповой деятельности учащихся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализ таблицы «Базовые коды программирования обработки»;</li> <li>- индивидуальная работа в компьютерной программе KELLER CNC plus training по выполнению упражнений на знание основных кодов на составление управляющей программы для токарных станков с ЧПУ.</li> <li>• Описание критериев определения уровня внимания и интереса учащихся:</li> <li>- качественное выполнение заданий, вопросы по излагаемому материалу, желание использовать дополнительную литературу.</li> <li>• Методы мотивирования учебной активности учащихся в ходе освоения нового учебного материала:</li> <li>- слово преподавателя, работа с учебником, иллюстративными материалами, подготовка проблемных вопросов, создание ситуации успеха.</li> </ul>
--	---	--	---

# Продолжение таблицы 38 – Разработка плана проведения занятия

4.	<p>Закрепление учебного материала, предполагающее:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• постановку конкретной учебной цели перед учащимися;</li> <li>• определение цели, которую ставит перед собой педагог на данном этапе урока;</li> <li>• описание форм и методов достижения поставленной цели в ходе закрепления нового учебного материала с учетом индивидуальных особенностей учащихся, с которыми работает педагог;</li> <li>• описание критериев, позволяющих определить степень усвоения учащимися нового учебного материала;</li> <li>• описание возможных путей и методов реагирования</li> </ul>	25 мин	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Учебная цель: <ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизировать и обобщить полученные знания.</li> </ul> </li> <li>• Цели и задачи преподавателя: <ul style="list-style-type: none"> <li>- развитие умения анализировать и оценивать результаты работы.</li> </ul> </li> <li>• Формы и методы достижения поставленных целей: <ul style="list-style-type: none"> <li>- учебно-познавательные, учебно-адаптивные, сочетание различных видов деятельности.</li> </ul> </li> </ul> <p>К доске для выполнения задания вызывается учащийся. С помощью интерактивной доски, он выполняет данное задание. После выполнения задания, учащиеся проверяют правильность выполнения. Если отвечающий не справляется или делает ошибки в ответе, то исправить или помочь предлагается группе.</p> <p>Пример задания:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">Поперечная обточка, снятие фасок и сверление</p> <p>Внесите слова с правой стороны внизу в поля.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>O1</p> <p>(ПОПЕРЕЧНАЯ ОБТОЧКА, СНЯТИЕ ФАСОК и СВЕРЛЕНИЕ)</p> </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>Запрограммируйте смещение нулевой точки. <input type="text"/></li> <li>Запрограммируйте ограничение скорости вращения 3500 об/мин. <input type="text"/> <input type="text"/></li> <li>Выполните перемещение к точке смены инструмента (типичное программирование <b>Haas</b>). <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/></li> <li>Запрограммируйте замену инструмента для инструмента на станции 1. <input type="text"/></li> <li>Запрограммируйте <math>v_{const}</math> со 180 м/мин. и вращением влево. <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/></li> <li>Запрограммируйте путь перемещения с ускоренным ходом на позицию X82. Z2. и включите охлаждающее средство. <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/></li> <li>Запрограммируйте путь перемещения с ускоренным ходом на позицию Z0. <input type="text"/> <input type="text"/></li> <li>Запрограммируйте путь перемещения при линейной подаче на позицию X-1.6 с подачей 0.2 мм. <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/></li> <li>Запрограммируйте путь перемещения с линейной подачей на позицию Z1. <input type="text"/> <input type="text"/></li> <li>Запрограммируйте путь перемещения с ускоренным ходом на позицию X68. <input type="text"/> <input type="text"/></li> <li>Запрограммируйте путь перемещения с линейной подачей на позицию X82. Z-6. <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/></li> <li>Выполните перемещение к точке смены инструмента (типичное программирование <b>Haas</b>). <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/></li> </ol> </div>
----	---	--------	--

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

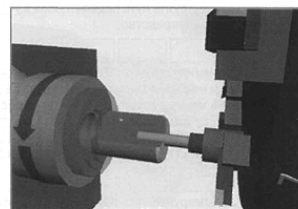
ДП44.03.04.624 ПЗ

Лист

108

рования на ситуации, когда педагог определяет, что часть учащихся не освоила новый учебный материал.

13. Запрограммируйте замену инструмента для инструмента на станции 6.
14. Запрограммируйте постоянную скорость вращения 1000 1/мин. с вращением вправо.
15. Запрограммируйте путь перемещения с ускоренным ходом на позицию X0 Z2.
16. Запрограммируйте цикл сверления на глубину 48 мм с подачей 0,1 мм.
17. Выполните перемещение к точке смены инструмента (типичное программирование **Haas**).
18. Закройте программу.

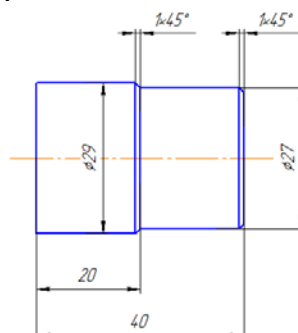


Внимание: Слова отчасти могут встречаться многократно!

<input type="button" value="F0.1"/>	<input type="button" value="G28"/>	<input type="button" value="M3"/>	<input type="button" value="S1000"/>	<input type="button" value="X-1.6"/>	<input type="button" value="Z-6."/>
<input type="button" value="F0.2"/>	<input type="button" value="G54"/>	<input type="button" value="M4"/>	<input type="button" value="T101"/>	<input type="button" value="X0"/>	<input type="button" value="Z0"/>
<input type="button" value="G0"/>	<input type="button" value="G81"/>	<input type="button" value="M8"/>	<input type="button" value="T606"/>	<input type="button" value="X68."/>	<input type="button" value="Z1."/>
<input type="button" value="G1"/>	<input type="button" value="G96"/>	<input type="button" value="M30"/>	<input type="button" value="U0"/>	<input type="button" value="X82."/>	<input type="button" value="Z2."/>
<input type="button" value="G28"/>	<input type="button" value="G97"/>	<input type="button" value="S180"/>	<input type="button" value="W0"/>	<input type="button" value="Z-48."/>	<input type="button" value="G50"/>
<input type="button" value="S3500"/>					

Далее учащимся предлагается задание для самостоятельной работы: по предложенному чертежу составить управляющую программу для обработки детали на токарном станке с ЧПУ.

Пример задания:



После выполнения задания одному из учащихся предлагается по составленной программе произвести обработку детали на лабораторном станке с ЧПУ.

- Критерии, позволяющие определить степень усвоения учащимися нового учебного материала:
- качественное выполнение заданий, устные ответы на вопросы, оценка деятельности учащихся на уроке.

Продолжение таблицы 38 – Разработка плана проведения занятия

5.	<p>Подведение итогов урока, включающее:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализ и оценка успешности достижения цели;</li> <li>• получение учащимися информации о реальных результатах обучения.</li> </ul>	2 мин	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Анализ и оценка успешности достижения цели:</li> <li>- качественное выполнение заданий, устные ответы на вопросы, оценка деятельности учащихся на уроке.</li> <li>• Получение учащимися информации о реальных результатах обучения:</li> <li>- оглашение полученных оценок.</li> </ul>
6.	<p>Задание на дом, включающее:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• постановку цели самостоятельной работы для учащихся;</li> <li>• определение цели, которую хочет достичь педагог, давая задание на дом;</li> <li>• определение и разъяснение учащимся (воспитанникам) технологии успешного выполнения домашнего задания.</li> </ul>	2 мин	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Цель самостоятельной работы обучающихся в ходе выполнения домашнего задания:</li> <li>- самостоятельно выполнить задания;</li> <li>- формирование необходимых компетенций для профессиональной деятельности.</li> <li>• Цель, которую хочет достичь педагог:</li> <li>- сформировать знания по разработке управляющих программ по обработке деталей на токарных станках с ЧПУ;</li> <li>- повторение материала темы;</li> <li>- закрепление навыков самостоятельной работы с литературой;</li> <li>- развитие познавательного интереса.</li> <li>• Определение и разъяснение обучающимся технологии успешного выполнения домашнего задания:</li> </ul> <p>Для закрепления полученных знаний, предлагается самостоятельно, дома выполнить задание: учащимся дается управляющая программа, и предлагается ответить на вопросы на ее понимание.</p> <p>Пример задания:</p>

## Понять программы NC

Поперечная обточка, снятие фасок и сверление

O01  
(ПОПЕРЕЧНАЯ ОБТОЧКА,  
СНЯТИЕ ФАСОК и СВЕРЛЕНИЕ)

G54

G50 S3500

G28 U0. W0.

T101

G96 S180 M4

G0 X82. Z2. M8

G0 Z0.

G1 X-1.6 F0.2

G1 Z1.

G0 X68.

G1 X82. Z-6.

G28 U0. W0.

T606

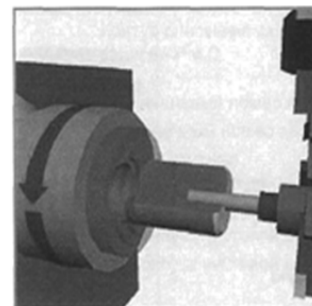
G97 S1000 M3

G0 X0. Z2.

G81 Z-48. F0.1

G28 U0. W0.

M30



1. На сколько мм токарный резец перед подрезкой находится над заготовкой?

2. На сколько мм токарный резец после подрезки находится под центром вращения?

3. Под каким углом проходит фаска?

4. Какова скорость резания при сверлении (D=20 мм) ?

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Машиностроительная отрасль демонстрирует довольно высокие темпы роста. Можно отметить возобновление положительной динамики в автомобилестроении, являющемся ведущей отраслью российского гражданского машиностроения. За последнее время широкое распространение получили устройства числового программного управления оперативного типа. Эти устройства обеспечивают высокую оперативность управления технологическим оборудованием, придают ему гибкость в отношении настройки на новый вид обработки или изготовление нового изделия.

Цель дипломного проекта – закрепление, углубление и систематизация теоретических знаний и практических навыков, полученных в процессе обучения, повышение технологического уровня механической обработки детали «Полумуфта» за счет использования более современного оборудования.

При разработке дипломного проекта решились следующие задачи:

- в связи с изменением типа производства универсальные металлорежущие станки и автоматы, применяемые в базовом заводском технологическом процессе, заменить на современное, более производительное и эффективное оборудование, соответствующее задачам и загрузке завода;
- перестроить технологический процесс;
- повысить уровень автоматизации за счет применения станков с программным управлением;
- овладение современными методами педагогического исследования.

Актуальность дипломной работы методико-педагогического направления может определяться следующими потребностями:

- в применении новых, более эффективных, методов и технологий обучения;
- в определении эффективности применения новых технических средств обучения;

- в дополнении или переработке содержания обучения в связи с переходом промышленности на новые оборудование и технологии изготовления изделий машиностроения;
- применении в обучении новых программно-информационных средств.

В дипломном проекте целью исследования является желаемый конечный результат. На основе анализа заводского технологического процесса разработан вариант технологического процесса обработки детали «Полумуфта» с использованием двухшпиндельного обрабатывающего центра с ЧПУ TAKISAWA EX-510 и перестроен технологический маршрут обработки.

					ДП44.03.04.624 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		113

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев А. А. Общество и образование: социокультурный профиль России / А. А. Андреев // Педагогика. 2002. № 6. С. 20–29.
2. Андреев Г. Н. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства: учебное пособие для машиностроительных специальных вузов / Г. Н. Андреев, В. Ю. Новиков, А. Г. Схиртладзе; под.ред. Ю. М. Соломенцева. Москва: Высшая школа, 1999. 415 с.
3. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансеров. Москва: Машиностроение, 1975. 656 с.
4. Базаров Т. Ю. Внутрифирменное обучение как технология развития кадрового потенциала организации / Т. Ю. Базаров. Режим доступа: <http://noulic.ru>.
5. Батышев С. Я. Научная организация учебно-воспитательного процесса 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. школа, 1975. 447 с.
6. Батышев С. Я. Производственная педагогика / С. Я. Батышев. 3-е изд., перераб., доп. М.: Машиностроение, 1984. 670 с.
7. Безрукова В. С. Педагогика: учебник для инженерно-педагогических специальностей / В. С. Безрукова. Екатеринбург: Изд-во Свердл. инж.-пед. ин-та, 1994. 340 с.
8. Белоусов А. П. Проектирование станочных приспособлений: учебное пособие для вузов / А. П. Белоусов. Москва: Машиностроение, 1980. 240 с.
9. Бородина Н. В. Проектирование и организация технологии обучения: учебное пособие / Н. В. Бородина, М. В. Горонович, Е. С. Самойлова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-ред. ун-та, 2006. 242 с.
10. Борытко Н. М. Педагогика: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений / Н. М. Борытко. М.: Акад., 2007. С. 496.
11. Бушканец М. Г. Хрестоматия по педагогике: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов / М. Г. Бушканец, Б. Д. Леухин. М.: Просвещение, 1976. 432 с.

12. ГОСТ 2.105–95. Общие требования к текстовым документам. Взамен ГОСТ 2.105–79, ГОСТ 2.906–71; введ. 1996–07–01. Минск: межгос. совет по стандартизации; Москва: Изд-во стандартов, 1995. 122 с. (Единая система конструкторской документации.)
13. ГОСТ 2.106–96. Текстовые документы. Введ. 1997–07–01. Минск: межгос. совет по стандартизации; Москва: Изд-во стандартов, 1997. 47 с. (Единая система конструкторской документации.)
14. ГОСТ 3.1201–85. Система обозначения технологической документации. Введ. 1986–07–01. Москва: Изд-во стандартов, 1985. 10 с. (Единая система конструкторской документации.)
15. ГОСТ 3.1404–86. Формы и правила оформления документов на технологический процесс и операции обработки резанием. Введ. 1987–07–01. Москва: Изд-во стандартов, 1986. 56 с. (Единая система конструкторской документации.)
16. Голованова Н. Ф. Общая педагогика: учеб. пособие для вузов / Н. Ф. Голованова. СПб.: Речь, 2005. 317 с.
17. Катаев А. М. Слесарное дело: учеб. пособие для проф. учеб. заведений / А. М. Катаев. СПб.: Лань, 2000. 176 с. Учебники для вузов, специальная литература.
18. Кругликов Г. И. Методика профессионального обучения с практикумом: учеб. пособие / Г. И. Кругликов. 2-е изд., стер. М.: Акад., 2007. 286 с.
19. Макиенко Н. И. Общий курс слесарного дела / Н. И. Макиенко. 2-е изд., доп. М.: Высш. шк., 1984. 175 с.
20. Макиенко Н. И. Педагогический процесс в училищах профессионально-технического образования. Минск: Высш. шк., 1977. 254 с.
21. Макиенко Н. И. Практические работы по слесарному делу / Н. И. Макиенко. 2-е изд., перераб., доп. М.: Высш. шк., 1987. 191 с.
22. Макрецов А. М. Практика слесарного дела: учеб. пособие для проф. обучения рабочих на пр-ве / А. М. Макрецов. М.: Машиностроение, 1989. 288 с. 82.

23. Никитина Н. Н. Основы профессионально-педагогической деятельности: учеб. пособие для студентов учреждений сред. проф. образования / Н. Н. Никитина, О. М. Железнякова, М. А. Петухов. М.: Мастерство, 2002. 288 с.

24. Общая и профессиональная педагогика. Учеб. пособие для студентов пед. вузов / под ред. В. Д. Симоненко М.: Вентана – Граф, 2005. 365 с.

25. Основы профессиональной педагогики / под ред. С. Я. Батышева, С. А. Шапоринского. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1977. С. 502.

26. Педагогика: учеб. пособие для студентов пед. вузов и пед. колледжей / под ред. П. И. Пидкасистого. М.: Пед. о-во России, 2001. 640 с.

27. Регулирование процессов подготовки работников в рыночной экономике: зарубежный опыт. Режим доступа: <http://nova.rambler.ru>.

28. Семушина Л. Г. Содержание и технологии обучения в средних специальных учебных заведениях: учеб. пособие / Л. Г. Семушина, Н. Г. Ярошенко. М.: Академия, 1999. 224 с.

29. Скакун В. А. Методика текущего контроля знаний, умений и навыков учащихся на уроках производственного обучения / В. А. Скакун. М.: Высш. шк., 1977. 70 с.

30. Справочник технолога – машиностроителя/ Под ред. А.Г. Кисиловой и Р.К. Мещерякова. Т.1. М.: Машиностроение, 1985. 656 с.

31. Справочник технолога – машиностроителя/ Под ред. А.Г. Кисиловой и Р.К. Мещерякова. Т.2. М.: Машиностроение, 1985. 496 с.

32. Эрганова Н. Е. Методика профессионального обучения: учеб. пособие / Н. Е. Эрганова. М.: Академия, 2007. 160 с.

Перечень листов графических документов

1. Рабочий чертеж детали, А1;
2. Рабочий чертеж заготовка, А1;
3. Иллюстрация технологического процесса (плакаты, 2А1);
4. Фрагмент управляющей программы (плакат, А1);
5. Техничко-экономические показатели (плакат или презентация);
6. Схема контроля (А1).

Технологическая документация

1. Маршрутная карта;
2. Операционная карта;
3. Карта эскизов.

Управляющая программа на механическую обработку детали «Полумуфта»

T1 D1

G0 G18 G95 G54

LIMS 510

G0 X0 Z103 M04 S2388.5

G1 Z-3 F358 M8

G0 Z103 M9

M05

PROC W\_WECHSEL

SPOSA=S1

G75 FP=2 X1=400 Y1=0 Z1=400

M06

T2 D2

G0 G18 G95

LIMS 450

G0 X60 Z115 M04 S1508.5

G73 U3 W1.35 R2

G73 P19 Q28 U1.35 W1.35 F302

G0 Z82

G1 X92.3 M8

Z100

X122.7

G0 X312.6 Z65

G1 X316 Z63



X353.3

Z800

X377

G0 X60 Z115 M9

M05

PROC W\_WECHSEL

SPOSA=S2

G75 FP=2 X1=400 Y1=0 Z1=400

M06

T3 D3

G0 G18 G95

LIMS 305

G0 X316 Z65 M04 S798

G73 U3 W1.35 R2

G73 P40 Q43 U1.35 W1.35 F302

G1 Z63 F 379 M8

X130

G3 X121.3 Z68

G1 Z100 M9

G0 X316 Z65

M05

PROC W\_WECHSEL

SPOSA=S3

G75 FP=2 X1=400 Y1=0 Z1=400

M06

T4 D4

G0 G18 G95

LIMS 560

G0 X64 Z83 M04 S2547.8

Z-2

G1 X69 F255 M8

Z83

G0 X64

Z-2

G1 X75

X70 Z3.7

Z79.7

X82 Z74 M9

M05

PROC W\_WECHSEL

SPOSA=S4

G75 FP=2 X1=400 Y1=0 Z1=400

M06

T5 D5

G0 G18 G95

LIMS 405

G0 X280 Z64 M04 S798460.6

G1 Z57.7 F92 M8

G0 X280 Z64

Z292

G1 Z57.7

G0 X292 Z64

Z304

G1 Z57.7

G0 X304 Z64

Z316

G1 Z57.7

G0 X316 Z64

Z328

G1 Z57.7

G0 X328 Z64

Z340

G1 Z57.7

G0 X340 Z64

Z90 M9

M05

PROC W\_WECHSEL

SPOSA=S5

G75 FP=2 X1=400 Y1=0 Z1=400

M06

SETMS(2)

G0 Z780

M2=25

G1 Z800

M2=26

M25

GO Z100

T6 D6

G0 G18 G95 G55

LIMS 510

G0 X80 Z150 M03 S438

UPNAME="KONTUR\_1"

CYKLE95 (UPNAME,2.7, , ,1.35, ,0.1, ,9, , , 0.5)

G0 Z57

X356

G1 Z50 X370

Z18

G0 X375

Z100

G0 G90 Z150 X80

M05

PROC W\_WECHSEL

SPOSA=S6

G75 FP=2 X1=400 Y1=0 Z1=400

M06

T7 D7

C0

G0 X298 Z58 M4 S2026 M8

G83 Z30 H30 K12 F648

G80 C0 M09

```
G0 Z58 M05

PROC W_WECHSEL

SPOSA=S7

G75 FP=2 X1=400 Y1=0 Z1=400

M06

T8 D8

C90

G0 X180 Z58 M4 S2025 M8

G83 Z30 H180 K2 F647

G80 C0 M09

G0 Z58 M05

PROC W_WECHSEL

SPOSA=S8

G75 FP=2 X1=400 Y1=0 Z1=400

M06

T9 D9

C90

G0 X180 Z58 M4 S1913 M8

G83 Z50 H180 K2 F861

G80 C0 M09

G0 Z58 M05

PROC W_WECHSEL

SPOSA=S9

G75 FP=2 X1=400 Y1=0 Z1=400

M06
```

```
T10 D10

C90

G0 X180 Z58 M4 S191 M8

G83 Z33 H180 K2 F477.5

G80 C0 M09

G0 Z58 M05

PROC W_WECHSEL

SPOSA=S10

G75 FP=2 X1=400 Y1=0 Z1=400

M2 M30

%_N_KONTUR_1_SPF

;SPATH=/_N_SPF_DIR

G1 Z100 X66

Z97.3

X112.7

Z91.3 X122.7

Z61.3

G2 Z56.3 X132.7 RND=10

X372.2

Z18

G0 X375

Z100

M17
```

Инв. № подл.	Подпись и дата	Вз. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

ГОСТ 3.1105-74 Фс

	МАРШРУТНАЯ КАРТА	ДП44.03.04.624.01			
		Полумуфта		Литера	

Материал			Код единицы величины	Масса детали	Заготовка				Ед. изм.
					Код и вид	Профиль и разме- ры	Кол. дет.	Масса	
Сталь 45 ГОСТ1050-88			-	19	Поковка	-	1	28,57	

Номер			Наименование и содержание операции	Обозначение документа	Оборудование (код, наименование, ин- вентарный номер	Коэфф. штучного времени	Колич. Ра- бочих	
цеха	участка	операции				Код профессии	Разряд ра- боты	
-	М	5	Токарная с ЧПУ		Токарный с ЧПУ			
					TAKISAWA EX-510			
			БТ по инструкции №3					
			1. Установить и закрепить заготовку.		Патрон 3-х кулач.			

											самоцентрирующ-			
			2. Обработать деталь по программе -								ROTA-S plus 2.0 160-42			
			ДП44.03.04.624.01 согласно карты эскизов								-			
											Расточная система			
											СЗ-R820В-АА3050А			
15												Разраб.	Скутин	
												Проверил	Козлова	
												Нормиров.		
												М.контр.		
			Изм	Лист	№ до- кум	Подпись	Дата	И з м	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Н.контр.	Суриков



Инв. № подл.	Подпись и дата	Вз. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

ГОСТ 3.1105-74 Форма 3

			Маршрутная карта				ДП 44.03.04.623.02											
							Крышка корпуса подшипника				Литера							
Материал						Код	единицы	Масса	детали	Заготовка				Л/д. нормирования	Норма расхода	Коэф. исп.	Материала	
наименование, марка										Код и вид	профиль и размеры		кол.					дет.
Сталь 45 ГОСТ 1050-88						-	19	Поковка		Ø385/ Ø166 L=55		1	22,84		24,4	0,9		
Номер			Наименование и содержание операции					Обозначение документа	Оборудование (код, наименование, инвентарный номер)		Коэф.	Кол. раб.	Кол.одн. обраб. дет.		Код тариф. сетки	Объем производ- ственной партии		Т п
цеха	участка	операции									штучно-го времени							
											код профессии							
-	М	5	Токарная с ЧПУ						Токарный с ЧПУ								29.3	
									TAKISAWA EX-510								25.11	

			БТ по инструкции № 3												
			1.Установить и закрепить заготовку						Патрон 3-х кулач.						0,4
									самоцентрирующий						
			2.Обработать деталь по программе -						ROTA-S plus 2.0 160-42						17,48
			ДП 44.03.04.623.02 согласно карты эскизов						-						
									Резц. головка						
									С3-SCLCR-22040-12						
15											Норми- ров				Лист.
											М.контр .				1
	Изм.	Лис т	№ до- кум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ до- кум.	Под- пись	Дата	Н. контр.				

					Лист
					3
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП44.03.04.624 ПЗ